

Министерство образования и науки Калужской области

**Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования
Калужской области «Областной эколого-биологический центр»**



**Методические рекомендации по реализации
программы непрерывного экологического образования
«Дети Земли – дети Вселенной»
для 9 класса**

Рекомендуется для педагогов дополнительного образования,
учителей экологии, биологии, географии

Алексанов Виктор Валентинович
зав. отделом

Калуга, 2017

Оглавление

Предисловие.....	3
Результаты освоения программы.....	4
Учебно-тематическое планирование.....	5
Литература для учителя (ко всем темам).....	6
Об изучении экологии популяций.....	8
Подходы к проведению занятий.....	8
Содержательный материал для подготовки.....	8
Примеры заданий для решения с обучающимися.....	10
Дополнительная литература.....	11
Изучение ценопопуляций.....	12
Дополнительная литература.....	12
Изучение внутривидового разнообразия растений или животных.....	13
Дополнительная литература.....	14
Структура и динамика сообществ и экосистем.....	14
Подходы к проведению занятий.....	14
Содержательный материал для подготовки.....	15
Примеры заданий для решения с обучающимися.....	17
Примерная тематика самостоятельных исследовательских работ и проектов.....	20

Предисловие

Настоящие методические рекомендации разработаны в соответствии с дополнительной общеразвивающей образовательной программой непрерывного экологического образования «Дети Земли – дети Вселенной» Н.Б. Скандаровой и В.В. Алексанова (2013 г.) в рамках образовательного проекта «Непрерывное экологическое образование в Калужской области», реализуемого по приказу министерства образования и науки Калужской области №1840 от 25.09.2012 г.

Рекомендации адресованы преимущественно педагогам, приступающим к реализации образовательной программы и не имеющим достаточного опыта научной и преподавательской деятельности в области экологии. Рекомендации основаны на личном опыте составителя, поэтому занятия по некоторым темам описаны более подробно, по другим темам даются лишь общие указания и отсылки к соответствующей литературе. Более подробно описан опыт исследователей природы Калужского региона, недостаточно отраженный в доступной литературе.

Рекомендации по изучению каждой темы в настоящем пособии имеют следующую структуру. Вначале излагаются основные содержательные и методические идеи занятий по теме, затем предлагается краткий конспект занятия и рекомендуемая литература. Необходимо иметь в виду, что предложенный конспект отражает лишь один из возможных вариантов проведения занятия, и педагоги могут реализовать десятки других вариантов, ничуть не худших. В примечаниях мелким шрифтом даны интересные факты и другая информация, облегчающая запоминание терминов и названий. В списке литературы для дальнейшего изучения темы мы ограничились наиболее актуальными и интересными источниками на русском языке.

Материал по некоторым темам дан в избыточном объеме. Такой материал не обязателен для освоения всеми обучающимися, его задача – помочь педагогу и тем школьникам, которые заинтересуются данной темой и захотят выполнять исследовательские работы, в освоении специальной научной литературы.

Блоки, на которые разбиты рекомендации, не всегда совпадают с двухчасовыми занятиями. Последовательность изложения тем в методических рекомендациях несколько отличается от программы. Конкретный порядок проведения занятий и их последовательность определяются педагогом самостоятельно, с учетом особенностей освоения школьниками дисциплин учебного плана, имеющимися ресурсами и личными дидактическими соображениям.

Если ресурсная база образовательной организации не позволяет реализовать все темы программы, для освоения программы в целом или изучения отдельных тем можно воспользоваться возможностями сетевого взаимодействия (например, ресурсами областного эколого-биологического центра).

Результаты освоения программы

Предметные результаты:

Понятия. Система. Популяция. Ценопопуляция. Доминанты. Эдификаторы. Экологическая ниша. Экотон. Сукцессии. Климакс. Мониторинг. Инвазия. Интродукция.

Представления. Системный подход в экологии. Надорганизменные уровни. Представление о популяционной структуре. Факторы, обеспечивающие выживание популяций. Необходимые площади для охраны редких видов. Популяционный подход в экологии человека. Демография. Экологические стратегии организмов по Грайму и Раменскому. Аналогии стратегий в экологии и в социальной сфере.

Экология сообществ и экосистем. Классификация экологических связей. Структура экосистем. Энергетика экосистем. Как системность и целостность сообществ должна учитываться в хозяйственной деятельности. Учение о биосфере и его практические следствия.

Динамика сообществ и экосистем. Коренные и производные сообщества. Какие биогеоценозы следует считать коренными для территории Калужской области. Уровни и формы биологического разнообразия. Какие факторы влияют на биоразнообразие. Видовое разнообразие в условиях полного прекращения хозяйственной деятельности.

Законы экологии Б. Коммонера.

Разнообразие организмов: рудеральные виды, обитатели стабильных сообществ, важнейшие инвазионные виды растений, акклиматизированные виды животных; разнообразие паразитических животных различных классов; разнообразие личинок насекомых.

Разнообразие природных комплексов и объектов: леса с одинаковым древесным ярусом и различным напочвенным покровом (напр., сосняки зеленомошник, черничник, травяной); биотопы на разных стадиях сукцессии. Особо охраняемые природные территории Калужской области

Предметные умения:

- владеть основами простейших аналитических исследований почвы, воды, воздуха;
- анализировать демографический состав популяций;
- проводить простые исследования популяций и жизненных циклов организмов;
- прогнозировать изменения экосистем на основе полевых исследований;
- использовать сведения об экологической стратегии организмов для рациональной организации работы с ними;
- использовать знания о региональных и типологических особенностях экосистем для адекватного выбора хозяйственного использования территории;

Метапредметные результаты:

- устанавливать межпредметные связи, использовать методы различных дисциплин для решения исследовательской задачи;
- прогнозировать и оценивать экологические последствия собственной деятельности
- проводить простые экскурсии в природу
- самостоятельно планировать индивидуальный исследовательский проект, рассчитывать затраты времени на его выполнение;
- представлять полученные данные в соответствии с поставленной задачей в виде схем, графиков, диаграмм в электронных таблицах и других несложных компьютерных программах;
- эффективно проводить поиск экологической информации в Интернете,
- соблюдать нормы информационной этики и права.
- описывать и анализировать экологические данные с помощью простых статистических методов;
- проводить поиск научной и справочной информации об окружающей среде на иностранных языках, осуществлять перевод научно-популярных текстов по экологии;
- оформлять рукопись исследовательской работы (включая библиографические ссылки и списки литературы),

Личностные результаты:

- понимание значения физических и химических знаний для изучения и охраны окружающей среды;
- понимание системности живой природы на популяционном, биогеоценотическом и биосферном уровне;
- понимание презумпции экологической опасности;
- бережное отношение к почве, воде, воздуху;
- понимание взаимосвязи между природными, социальными, экономическими и политическими явлениями, их влияния на качество жизни человека и качество окружающей его среды; на конкретных региональных примерах

Учебно-тематическое планирование

№ п/п	Тема	Всего часов	В том числе	
			теория	практика
1.	Популяции как надорганизменные биологические системы	10	2	8
2.	Структура сообществ и экосистем	19	3	16
3.	Динамика сообществ и экосистем	11	3	8
4.	Практикум «Экологические исследования»	18	2	16
5.	Социальные аспекты экологии	14	2	12
	Итого:	72	12	60

Литература для учителя (ко всем темам)

1. Алексеев С.К., Сионова М.Н. Научные работы учащихся // Материалы по дополнительному экологическому образованию учащихся (сб. статей). Вып. II. Калуга, 2005. С.32-63.
2. Бигон М., Харпер Дж., Таусенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: В 2-х т. Т.2. Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 477 с.
3. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Отв. ред. О.В. Смирнова. Книга 1, 2 / О.В. Смирнова, А. А. Агафонова, М. В. Бобровский и др. — Москва: Москва, 2004.
4. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: учебное пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. – 302 с.
5. Любищев А.А. Материалы в помощь начинающим научным работникам. – Ульяновск: УГПИ, 1991. – 112 с. Режим доступа: <http://herba.msu.ru/shipunov/school/sch-ru.htm>
6. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Краткий курс общей экологии. Часть I: Экология видов и популяций: Учебник. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2011. – 206 с.
7. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности: Учебник. - М.: Логос, 2002.- 264 с.
8. Нинбург Е.А. Технология научного исследования (методические рекомендации). – СПб, 2000. – 28 с.
9. Пианка Э. Эволюционная экология: Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 400 с.
10. Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии (Учебное пособие). - Самара: Самарский научный центр РАН, 2000. - 396 с.
11. Советы молодому ученому: методическое пособие для студентов, аспирантов, младших научных сотрудников и, может быть, не только для них / под. ред. Воробейчика Е.Л. Изд. 3-е, переработ. и дополн. Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО РАН, 2011. 122 с.
12. Сохранение и восстановление биоразнообразия. Колл. авторов. М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. 286 с.
13. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.
14. Харитонов Н. П. Правила выполнения школьниками исследовательских работ // Биология: Прил. к газете «Первое сентября». 2000. № 26. С. 14—15.
15. Харитонов Н.П. Исследуем природу: Учебно-методическое пособие по организации исследовательской деятельности школьников в полевой биологии. - М.: МИОО; Библиотека журнала «Исследователь/Researcher», 2008. - 192 с.
16. Харитонов Н.П. Методические основы учебно-исследовательской деятельности учащихся в полевой биологии. — М.: Лесная страна, 2008. — 28 с.

17. Харитонов Н.П. Технология выполнения и правила оформления самостоятельной исследовательской работы в полевой экологии. URL: http://www.researcher.ru/methodics/method/SNIP/a_1y97mr.html
18. Шварц Е.А. Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистемы. - М.: Т-во научн. изд. КМК, 2004. – 112 с.
19. Воронков Н.А. Экология общая, социальная, прикладная. М.: Агар, 1999. 424 с.
20. Басов В.М. Задачи по экологии и методика их решения: Учебное пособие. М.: ЛЕНАНД, 2014. 160 с.
21. Глоссарий по экологии, экологической безопасности техносферы, природопользованию, и охране окружающей среды: справочное пособие / Авт.-сост. А.М. Адам, О.Д. Лукашевич. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2008. – 368 с. Электронная версия: <http://ekolog.org/books/2/>
22. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. Электронная версия: <http://www.cnsnb.ru/AKDiL/0039/default.shtm>
23. Колесова Е.В., Титов Е.В., Резанов А.Г. Всероссийская олимпиада школьников по экологии. М.: АПКИППРО, 2005. 168 с.
24. Краснощеков Г.П., Розенберг Г.С.. Экология «в законе» (теоретические конструкции современной экологии в цитатах и афоризмах). Тольятти, 2001. Электронная версия: <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book3/Ea0.htm#Ref>
25. Методические материалы занятий по подготовке команды к региональному этапу ВСоШ [в г. Москве, презентации]. <http://ecol.olimpiada.ru/metod>
26. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Краткий курс общей экологии. Ч. 1, Ч. 2. Уфа, 2011.
27. Общая экология. - <http://ggf.bsu.edu.ru/EIBook/Ekologia/start.htm>
28. Одум Ю. Экология. В 2-х томах. М.: Мир, 1986. Т.1- 328 с.; Т.2 – 376 с.
29. Титов Е.В., Колесова Е.В. Всероссийская олимпиада школьников по экологии в 2006 году. М.: АПКИППРО, 2006. 148 с.
30. Шилов И.А. Экология. М.: Высшая школа, 1997. – 512 с.

Электронные библиотеки

Фундаментальная электронная библиотека «Флора и фауна»
<http://ashipunov.info/shipunov/school/sch-ru.htm> или
<http://herba.msu.ru/shipunov/school/sch-ru.htm> или <http://biotechny.com/edulib/sch-ru.htm>

В библиотеке собрана большая часть книг, рекомендуемых для реализации программы, а также много другой научной и учебной биологической литературы.

Калужский краеведческий Интернет-портал Stenus. - <http://stenus.ru/>
Преимущественно научная литература о живой и неживой природе Калужской области, в т.ч. редкие издания.

Об изучении экологии популяций

Подходы к проведению занятий

Экология популяций представляется неблагодарной темой. Во-первых, осмысление популяций требует высокого уровня абстрактно-логического мышления. Во-вторых, нравственное воспитание более эффективно осуществляется через контакт с конкретными особями, а не с предметами, которые нельзя увидеть. Однако популяционный подход – основа рационального природопользования и охраны природы, поэтому знакомство с экологией популяций необходимо, хотя бы и не в начале курса.

Если тема «Популяция как надорганизменная система» изучается в начале 9 класса, то на первом занятии можно вспомнить понятие «экология». Теперь можно пояснить, что организмы существуют не сами по себе, а в составе популяций. Затем можно дать простое определение популяции и дать теоретический обзор. Следует рассказать о размере минимальной жизнеспособной популяции (численность и ареал), о внутривидовом разнообразии, об устойчивости популяций в течение времени, о границах между популяциями и связях между особями в популяциях. Особое внимание следует уделить значению популяционной биологии для природопользования (например, нормативы изъятия охотничьих ресурсов). Но главным результатом должно стать представление о том, что площадь местообитания не должна быть слишком малой.

Большую часть камеральных занятий следует посвятить решению задач, среди которых должны быть расчетные задачи и задания на анализ ситуаций с развернутым ответом.

Содержательный материал для подготовки

Слово «*популяция*» (от латинского *populus* – народ, население) в научной литературе используется издавна, но в биологическом смысле, для обозначения группы особей его впервые употребил датский генетик *Вильям Людвиг Йогансен, 1903 г.*

В научной и учебной литературе существует разнообразный спектр трактовок термина «популяция»:

- Популяция – минимальная самовоспроизводящаяся группа особей одного вида, на протяжении эволюционно длительного времени населяющая определенное пространство, образующая самостоятельную генетическую систему и формирующая собственное экологическое гиперпространство (А.В. Яблоков, 1987)
- Популяция — это совокупность организмов одного вида с общим генофондом, в течение длительного времени населяющих

определенное пространство и сохраняющих устойчивое воспроизводство численности (А.М. Гиляров, 1990).

- Популяция — это "элементарные группы организмов определенного вида, длительное время поддерживающие свою численность в постоянно изменяющихся условиях среды" (С.С. Шварц, 1969)
- Популяция – группа особей одного вида, взаимодействующих между собой и населяющих общую территорию.
- Популяция – множество особей определенного вида, обитающих в определенном месте (М. Уильямсон, 1975).

Доказательство генетической целостности какой-либо группировки особей нелегко, поэтому в экологической литературе все чаще термин «популяция» употребляется в самом широком смысле.

С природоохранных позиций важным показателем является площадь устойчивого существования популяций – минимальная площадь, на которой может осуществляться полный оборот поколений. Ее значение неодинаково даже у организмов одной эколого-физиологической группы. Например, среди широколиственных деревьев она варьирует от 1,1-1,8 га для клена остролистного до 12,8-42,5 га для дуба черешчатого (Восточноевропейские леса, 2004).

Важным положением популяционной экологии является представление об *экологических стратегиях* организмов, сформулированных в трудах российского геоботаника Л.Г. Раменского (30-е гг. XX в.) и английского эколога Дж. Грайма (70-е гг.). Отношения организма с окружающей средой классифицируются по трем основным стратегиям.

Виоленты («силовики»), или *C-стратеги* (от англ. competitor – конкурент), «львы» органического мира – виды с высокой конкурентоспособностью, но требовательные к ресурсам / качеству среды (плодородию почв, увлажнению и т.д.)

Пациенты («выносливцы», «терпеливцы», ср. «пациент», «верблюды»), или *S-стратеги* (от англ. stress-tolerant – устойчивый к стрессу) – виды с низкой конкурентоспособностью, но малотребовательные к качеству среды (растущие на бедных, сухих или, наоборот, переувлажненных почвах и т.д.).

Эксплеренты (также рудералы, «шакалы»), или *R-стратеги* (от лат. ruderis – сорный) – организмы с низкой конкурентоспособностью и высокой требовательностью к ресурсам, способные быстро размножаться и расселяться, занимая свободные участки с подходящими условиями.

Естественно, в природе в чистой форме указанные стратегии не встречаются, можно говорить лишь об относительном положении видов в пространстве треугольника Грайма (см. рис.). Кроме того, по экологическим стратегиям имеет смысл сравнивать лишь сопоставимые «по размеру» организмы (напр., береза будет эксплерентом по сравнению с другими видами деревьев, но виолентом по отношению к травам, а среди трав есть свои виоленты).

Первоначально перечисленные стратегии были выделены для растений, но скоро стали применяться и по отношению к животным, а в современной

экономике широко используются для классификации поведения фирм на рынке.



Примеры заданий для решения с обучающимися

Задания с выбором правильного ответа

1. Разница между рождаемостью и смертностью:

- а) прирост;
- б) численность;
- в) удельная рождаемость;
- г) удельная смертность.

2. Среднее изменение численности популяции за единицу времени называют:

- а) рождаемость;
- б) темп роста;
- в) прирост популяции;
- г) гомеостаз.

3. Совокупность всех деревьев березы в одной роще составляет:

- а) клон
- б) ценопопуляцию
- в) субпопуляцию
- г) экологическую популяцию.

Обоснуйте правильность / неправильность суждения

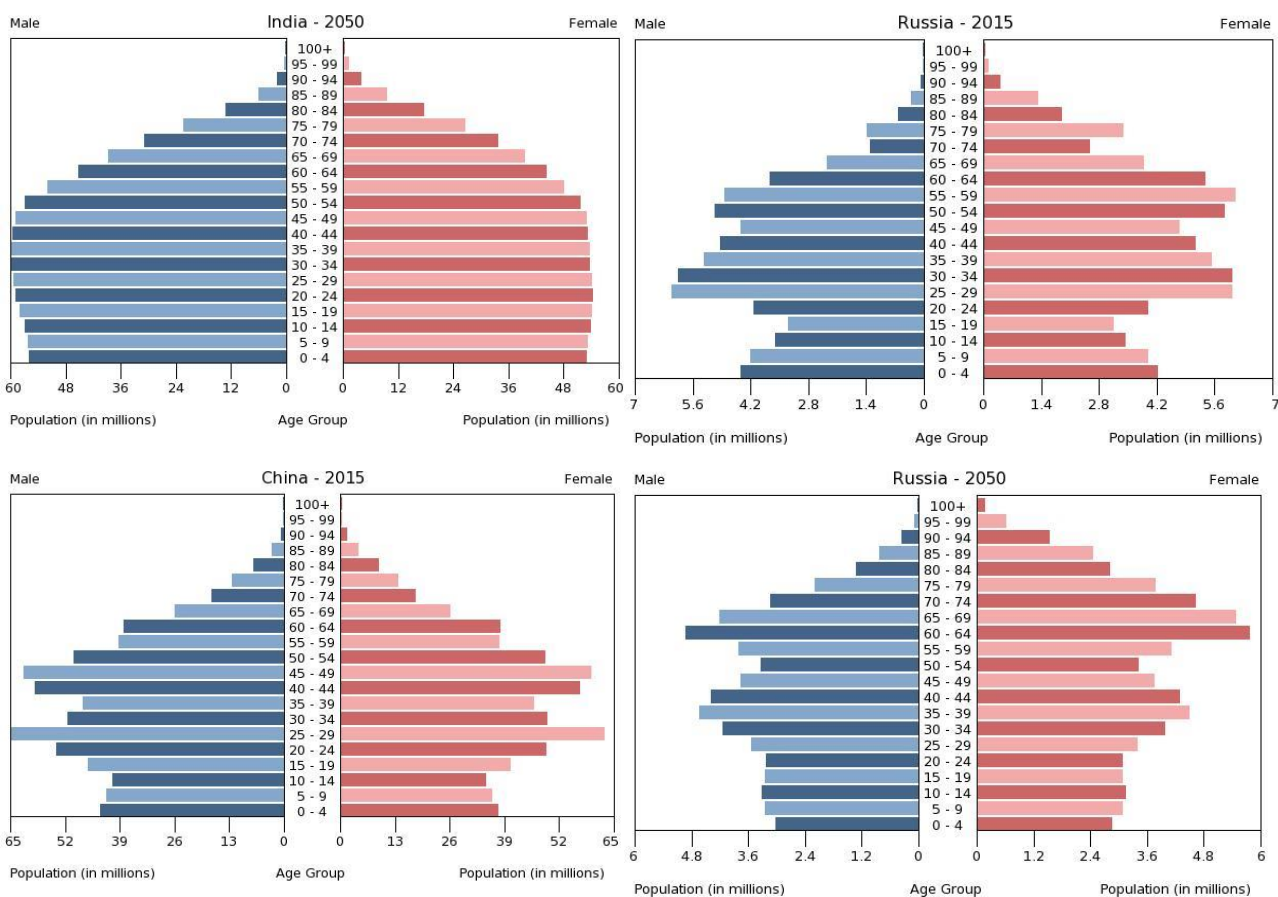
4. Знания демэкологии необходимы для устойчивого ведения лесного хозяйства, охотничьего хозяйства и рыболовства

Расчетные задачи

5. Определите площадь индивидуального участка волка, если известно, что между логовами должно быть не менее 7 км. Сколько

волков может жить в лесах Комсомольского района Хабаровского края, площадь которых составляет 25,2 тыс. га?

6. У березы радиус распространения семян ветром достигает 100 м. Плодоносить это дерево начинает с 6-8 лет. На какое расстояние может продвинуться граница популяции березы за 50 лет? Сравнить этот показатель со скоростью продвижения границ популяции сосны обыкновенной, у которой семена распространяются в радиусе 30-60 м, а плодоношение начинается в 15 лет.
7. Опишите демографические пирамиды для разных стран (разных периодов). Какую информацию можно извлечь из демографических пирамид? Опираясь на знания истории, предположите, какие события могли обусловить наблюдаемую форму пирамиды. Источник (построение демографических пирамид): <http://www.census.gov/population/international/data/idb/informationGateway.php>



Дополнительная литература

- Гиляров А.М. Популяционная экология. М.: Изд-во МГУ, 1990. 191 с.
 Пианка Э. Эволюционная экология: Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 400 с.
 Хански И. Ускользящий мир. Экологические последствия утраты местообитаний. М.: КМК, 2015

Уильямсон М. Анализ биологических популяций. М., 1975

Яблоков А.В. Популяционная биология: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1987. – 303 с.

Изучение ценопопуляций

Ценопопуляция – совокупность всех растений одного вида в пределах одного фитоценоза (растительного сообщества). Изучение ценопопуляций имеет большое дидактическое значение, поскольку позволяет раскрыть особенности организма в конкретных условиях среды. Для сравнения ценопопуляций следует брать два или более контрастных местообитания.

В качестве модельных видов рекомендуются редкие или, наоборот, чужеродные инвазионные растения. Из последних многие вегетируют и цветут еще в сентябре, поэтому работа может быть проведена в течение учебного года.

Актуальные для изучения в Калужской области и безопасные для исследований со школьниками инвазионные растения:

- недотрога железконосная, недотрога мелкоцветковая,
- золотарник канадский, золотарник гигантский,
- мелкопестник канадский, мелкопестник однолетний.

Для каждой ценопопуляции следует определять:

- проективное покрытие и/или плотность особей на единицу площади,
- характер размещения, его связь с неоднородностью почв и рельефа,
- показатели жизненности растений: высота, биомасса и др.,
- количество плодов и семян.

Две последние группы признаков определяются для выборки и подлежат статистической обработке.

По итогам полевого изучения необходимо сделать выводы о состоянии ценопопуляции, ее перспективах, а также о связях с факторами среды.

Дополнительная литература

Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В.. Черная книга флоры средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). – М.: ГЕОС. 2009.- 494 с.

Онипченко В.Г. Функциональная фитоценология: Синэкология растений. Учебное пособие. Изд. 2-е, стер.,- М.:КРАСАНД, 2014. – 576 с.

Работнов Т.А. Фитоценология: Уч. пос. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 1992. 352 с.: ил.

Смирнова О.В., Ханина Л.Г., Бобровский М.В., Торопова Н.А., Заугольнова Л.Б.. Руководство по полевой практике. Методы сбора и первичного анализа геоботанических и демографических данных // Сохранение и восстановление биоразнообразия. Колл. авторов. М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. С. 59-77.

Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Ханина Л.Г., Бобровский М.В., Торопова

Н.А. Популяционные и фитоценотические методы анализа биоразнообразия растительного покрова // Сохранение и восстановление биоразнообразия. Колл. авторов. М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. С. 78-107.

Изучение внутривидового разнообразия растений или животных

Практическое изучение внутривидового разнообразия организмов необходимо для формирования представления о полиморфизме популяций и необходимости его сохранения. Частично данная тема могла быть затронута в 8 классе при изучении методов биоиндикации. Полиморфизм в популяциях существует по различным молекулярно-биологическим, физиологическим, этологическим, экологическим признакам, но для изучения наиболее доступен полиморфизм по морфологическим признакам. Во второй половине XX века в нашей стране активно развился *фенетический* подход, включающий выделение дискретных вариантов признаков – *фенов* – и исследование их распределения. Наиболее значительный вклад в создание фенетики популяций внес А.В. Яблоков. Яркие пионерные фенетические исследования проводил А.Б. Стрельцов, ныне профессор Калужского государственного университета.

Наиболее доступны для изучения фены окраски. Среди беспозвоночных животных Калужской области для проведения исследований можно рекомендовать:

- кустарниковая улитка *Fruticicola fruticum* (наличие / отсутствие полосы на раковины, исследования можно проводить без использования живых улиток), другие виды улиток.
- божьи коровки, особенно двухточечная *Adalia bipunctata* (разнообразная красная или черная окраска, классический пример адаптивного полиморфизма, изученного выдающимся биологом Н.В. Тимофеевым-Ресовским)
- прямокрылые, особенно пестрый кузнечик *Decticus verrucivorus*, короткокрылый конек *Chorthippus parallelus* (зеленый или коричневый цвет средней части переднеспинки и ее боковых лопастей и др.).

Наряду с фенами окраски внутривидовое разнообразие можно оценить и по таким признакам, которые не поддаются разбиению на дискретные варианты. Это морфометрические признаки – длина тела и его частей, а также соотношения длин. Такие исследования можно проводить на любом виде растений и животных. В условиях пришкольного участка перспективным объектом является обыкновенная уховертка *Forficula auricularia*. У самцов этого вида наблюдается диморфизм по длине клещей («щипцов») на конце брюшка. Уховертка может быть легко добыта в саду в сентябре – октябре, хорошо переносит содержание в садках, измерять длину клещей можно прижизненно.

Дополнительная литература

Васильев А.Г., Васильева И.А., Большаков В.Н. Феногенетическая изменчивость и методы ее изучения. Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2007.

Яблоков А.В. Фенетика. Эволюция, популяция, признак. М., 1980

Яблоков А.В. Популяционная биология: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1987. – 303 с.

Яблоков А.В., Ларина Н.И. Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций: Учеб. пособие для студ. вузов. - М.: Высш. шк., 1985. 159 с.

Структура и динамика сообществ и экосистем

Подходы к проведению занятий

Экосистема рассматривается большинством автором как основной предмет экологии. Синэкология представляет собой ядро экологического знания, она насыщена как фактами, так и теоретическими обобщениями. Поэтому настоящие рекомендации не ставят задачу даже конспективно сделать обзор всего синэкологического материала. Если популяции школьнику трудно представить, то при изучении сообществ и экосистем в представлении обучающегося легко возникает новая конкретная целостность, к которой возможно эмоциональное отношение, что имеет чрезвычайно большое значение для нравственного и экологического воспитания. Не случайно в экологии так прочно существовала парадигма организмизма, уподобляющая сообщества и экосистемы индивидам.

Изучение материала должно происходить с опорой на предыдущие курсы. В 6 классе надорганизменные системы вводились в представление учащихся в форме растительных сообществ, далее фитоценозы населялись животными, в 8 классе вводился антропогенный фактор и рассматривались экосистемы, трансформированные человеком. Таким образом, к 9 классу должно накопиться достаточно фактов. Задача 9 класса – объединить эти факты при помощи связей и закономерностей. Поэтому программа предусматривает некоторый минимум теоретического материала. Введение перечисленной ниже терминологии целесообразно оставить на усмотрение педагога, однако понимание самих явлений, стоящих за экологическими терминами, должно быть сформировано в качестве основы рационального природопользования.

Большое значение для освоения экологии сообществ и экосистем имеет решение задач. Задачи должны быть разного плана, в том числе на анализ ситуаций и расчетные задачи. По сравнению с программой 8 класса решение задач предполагает более высокий уровень абстрактно-логического мышления.

Наряду с теоретическими занятиями необходимо продолжить знакомство с новыми (не охваченными в предыдущие годы) типами сообществ и экосистем на экскурсии. Для 9 класса предусмотрены:

1. Экскурсия на болото (не менее 4 ч.).
2. Животное население околводных местообитаний (не менее 4 ч.).
3. Комплекс обитателей древесины.
4. Изучение рудеральной растительности
5. Изучение экотонного эффекта (экскурсия) (не менее 4 ч.)
6. Разнообразие растительных сообществ: разные стадии сукцессии и пространственные факторы (не менее 4 ч.).

Содержательный материал для подготовки

Классификация экологических связей по В.Н. Беклемишеву: *трофические, топические* (ср. «топография» и «топология», «биотоп»), *форические* (ср. «светофор») и *фабрические* («фабрика», «фабрикат»).

Для описания видовой структуры экосистем применяется ряд терминов, среди которых целесообразно ввести следующие. *Доминанты* («господствующие») – виды, преобладающие (в своем ярусе, жизненной форме, таксономической или экологической группе) по численности, биомассе или другим показателям значимости. *Эдификаторы* – «главные доминанты», определяющие облик экосистемы, условия жизни для других обитателей экосистемы (как правило, деревья первого яруса). *Ключевые виды* – организмы с незначительной численностью и биомассой, играющие важные для поддержания целостности экосистемы функциональные роли (перенос вещества и энергии, преобразование среды, опыление, регуляция численности многих видов и т.д.).

Экологическая ниша:

- «профессия вида в экосистеме» (т.е. из какого сырья он производит органическое вещество, в какой части экосистемы он работает, каков его рабочий график и кто «принимает» его продукцию для дальнейшей переработки)

Ю. Одум

- «отвлеченное понятие, сводящее под общий ярлык все, в чем нуждаются организмы, т.е. все те условия среды, которые необходимы им для поддержания жизнеспособной популяции, а также все необходимые для этого ресурсы в необходимых количествах».

М. Бигон и др.

Для характеристики сообществ и экосистем важны спектры экологических групп, среди которых особенно актуален анализ по происхождению. Природоохранную ценность сообщества снижает участие в нем чужеродных видов – интродуцентов (завезенных человеком специально) и адвентивных видов в узком смысле слова (непреднамеренно занесенных). Чужеродные виды, которые внедряются в естественные сообщества, называют инвазионными. Для наиболее агрессивных инвазионных видов,

которые меняют облик сообщества, в последнее время используют термин «трансформеры».

Ранее учащиеся познакомились с классификацией экологических стратегий, теперь ее можно приложить к составу сообществ. Очевидно, что эксплеренты, рудеральные виды не характерны для сложившихся сообществ, поэтому их относят к *ценофобам*. Напротив, виоленты и пациенты свойственны стабильным сообществам и составляют группу *ценофилов*. Высокий процент ценофобных видов – признак нарушенности сообщества.

Значительный интерес представляет вопрос о границах сообществ и экосистем в пространстве. Широко известен *экотонный (опушечный) эффект* – повышение видового разнообразия на границе экосистем, в переходной полосе, где способны обитать многие виды и одной, и другой экосистемы. Однако наряду с этим существует *краевой эффект* – негативные изменения сообществ и популяций вследствие формирования по периметру экосистемы непригодной для нормального обитания полосы, в которой действуют негативные факторы внешней среды. Краевой эффект считается главным механизмом снижения видового разнообразия при фрагментации экосистем, в том числе их расчленения дорожной сетью. В каких случаях имеет место экотонный эффект, а когда – краевой? В общем случае краевой эффект приходит на смену экотонному в условиях резких границ между участками с различным типом землепользования. Например, широкая граница между традиционным аграрным ландшафтом и лесным массивом образует экотон, в котором могут обитать многие виды животных, а граница между лесным массивом и автомагистралью даст краевой эффект, повышающий вероятность гибели организмов на периферии массива.

При обсуждении **динамики сообществ и экосистем** следует раскрыть следующие вопросы. Как в ходе сукцессии меняются различные свойства сообществ. Климакс. Коренные и производные сообщества. Какие биогеоценозы следует считать коренными для территории Калужской области. Сукцессии группировок внутри экосистемы (на примере разрушения древесины). Видовое разнообразие в условиях полного прекращения хозяйственной деятельности. Использование экологических знаний в природоохранной практике. Как структура экосистемы отражает ее историю (на примере сходных ассоциаций).

Представления об *уровнях видового разнообразия* удобно может быть систематизировано в виде таблицы:

Таблица. Уровни видового разнообразия¹

<i>Инвентаризационное</i>	<i>Дифференцирующее</i>
Точечное разнообразие – разнообразие пробной площади, микроместообитания в пределах	

¹ Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии (Учебное пособие). - Самара: Самарский научный центр РАН, 2000.

сообщества (иногда – видовая насыщенность)	
	Мозаичное разнообразие (внутреннее бета-разнообразие)
α (альфа) - разнообразие видов внутри сообщества, или в пределах однородного местообитания	
	β (бета) - разнообразие между сообществами (местообитаниями); степень дифференцированности распределения видов, степень изменения видового состава по градиентам
γ (гамма) – общее разнообразие группы участков альфа-разнообразия, разнообразие видов в пределах надбиогеоценотической единицы (местности, ландшафта, острова)	
	Δ (дельта) - разнообразие между участками гамма-разнообразия, изменение между географическими территориями (ландшафтов, биомов, провинций и т.д.)
ϵ (эпсилон) (региональное) – общее разнообразие группы территорий гамма-разнообразия; разнообразие крупной географической территории (континенты, страны)	
ω (омега) – разнообразие Земли, понимаемое как набор всех биомов	

Примеры заданий для решения с обучающимися

Выберите несколько вариантов ответа

1. К адвентивным видам, обитающим в Калужской области, относятся:
 бобр речной, выхухоль русская, американская норка, ондатра, водяная полевка, енотовидная собака, енот полоскун, горноста́й, лось, пятнистый олень.

2. К адвентивным видам растений в условиях Калужской области относятся:
 Клен остролистный; Клен ясенелистный; Бешеный огурец; Элодея; Рдест

Задания с выбором и обоснованием нескольких вариантов ответов

3. В ходе сукцессии при зарастании заброшенного карьера должны происходить следующие явления:

- a) Накопление гумуса в почве;
- b) Смена растений-эксплерентов и пациентов виолентами;
- c) Увеличение независимости растительного сообщества от окружающей среды;
- d) Увеличение фитомассы;
- e) Увеличение мозаичности растительного покрова
- f) Увеличение доли ксерофитов;
- g) Смена К-стратегов r-стратегами

4. Из перечня выберите виды растений, на которых негативно скажется исчезновение шмелей: ежа сборная, клевер ползучий, лютик ползучий, фиалка душистая, хвощ полевой.

Задания с выбором и обоснованием одного варианта ответа

5. В Северной и Восточной Европе к пожарам наиболее адаптированы лесные сообщества с доминированием

- a) Ели б) Клена в) Сосны г) Эвкалипта

6. Первопоселенцем на сухих почвах и грунтах является следующее дерево:

- a) ель, б) лиственница, в) пихта, г) сосна.

7. Увеличение выпаса копытных окажет наибольшее негативное воздействие на экосистемы

- a) Прерий Северной Америки
- б) Широколиственных лесов Восточной Европы
- в) Саванн Африки
- г) Вечнозеленых лесов Новой Зеландии

8. Единство экосистемы обеспечивается преимущественно благодаря следующему признаку:

- a) Общая территория
- б) Пищевые цепи
- в) Круговорот энергии
- г) Дифференциация экологических ниш

Вставьте пропуски

9. Совокупность живых организмов (сообществ) и среды их обитания, образующих благодаря.....веществ устойчивую систему жизни, называется

10. Согласно второму биоценологическому принципу Августа Тинемана, чем больше отклоняются от нормы (оптима) условия в пределах

биотопа, тем _____ видами биоценоз и тем _____ числом особей представлен каждый вид

11. Согласно фитоценоотическому принципу П. Жаккара, экологическое разнообразие _____ с увеличением площади и _____ по мере увеличения однообразия условий

Задания на установление соответствий

12. Составьте пары из слов, которые будут отражать экологическую зависимость: огонь, желтогорлая мышь, кит, степь, вода, липа, снежная лавина, коровы, чертополох, альпийские луга, песок, жук-скакун.

13. Дополните последовательности, используя нижеприведенные понятия:

- а) злаки – слоны - ...
- б) пойма – весна – огонь - ...
- в) дубрава – корова - ...
- г) горы – снежная лавина - ...

Понятия: степь, саванна, пустыня, луга, поляна, кустарниковые заросли, суховершинность, секвойи.

Обоснуйте правильность / неправильность суждений

14. Экосистемы – это энергетически закрытые системы

15. При умеренной рекреационной нагрузке увеличивается видовое богатство растений и животных в экосистеме леса.

Задания с развернутым ответом

16. Почему умеренное сенокосение обычно повышает видовое разнообразие растений? Чем отличается влияние выпаса скота на видовое разнообразие от влияния сенокосения?

17. Почему для предотвращения изменения климата важно сохранение лесов?

18. На территории национального парка имеется участок луга в долине реки, на котором произрастают редкие и охраняемые растения степного происхождения и кальцефилы. В ходе мониторинга установлено, что обилие охраняемых видов снизилось, они вытесняются широко распространенными мезофитными травами. При этом к работе службы охраны национального парка претензий никто не имеет. Предложите возможные объяснения ситуации и варианты решения проблемы.

- 19.1. С поверхности почвы в городских парках и дворах обычно убирают опавшие листья. Для чего это делается? Правильно ли это с точки зрения экологии? Какие меры нужно предпринимать, чтобы улучшить жизнь деревьев в городских дворах?

20. В каких случаях чужеродный биологический вид может внедриться в экосистемы и вытеснить местные виды?
21. Во второй половине XX в. в поймы рек Европейской части России начал активно внедряться чужеродный вид деревьев – клен ясенелистный, или американский. Побеги данного дерева весьма пластичны, могут расти не только вертикально, но и горизонтально, клен может расти как в форме дерева, так и в форме куста. По затенению поверхности почвы этот вид сопоставим с аборигенными широколиственными деревьями, а скорость роста у него значительно выше. Опишите, какое влияние может оказать внедрение клена американского на видовое разнообразие и структуру пойменных экосистем.
22. К каким последствиям привело бы исчезновение дождевых червей из лесной экосистемы?
23. Какое влияние оказывают кроты на структуру растительного покрова?
24. Почему экологи настороженно или отрицательно относятся к выборочным рубкам леса?
25. Почему во многих случаях применение ядохимикатов против вредителей сельскохозяйственных растений в долгосрочной перспективе не приводит к достижению поставленной цели?

Примерная тематика самостоятельных исследовательских работ и проектов

1. Тематика предшествующих годов обучения с добавлением статистических методов и более серьезного анализа литературы
2. Оценка разнообразия комплексов животных или растений
3. Обитатели древесины (в зависимости от породы деревьев, местоположения, стадии разрушения).
4. Анализ экотонного эффекта (по различным группам растений и животных)
5. Развитие растений в условиях почвенного загрязнения
6. Растительность болот в окрестностях населенного пункта.
7. Комплексы беспозвоночных животных в околородных местообитаниях
8. Фенетическое разнообразие клевера ползучего, травяной лягушки, колорадского жука, клопа-солдатика и других организмов
9. Оценка состояния ценопопуляций адвентивных или редких видов растений.
10. Анализ распространения инвазионных видов растений.
11. Оценка рекреационной устойчивости редких или хозяйственно значимых видов растений в окрестностях населенного пункта.
12. Разработка маршрутов экскурсий и эколого-краеведческих путеводителей.