

**Министерство образования и науки РФ  
ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный  
университет»**

**Институт фундаментальной медицины и биологии**

**Кафедра биоэкологии**

**Кадрия Камилевна Ибрагимова, Ильгизар Ильясович Рахимов**

**Экология и рациональное природопользование**

**Краткий конспект лекций**



**КАЗАНЬ - 2014**

**Направление:** 020400.62 «Биология»

**Учебный план:** «Биология» (очное, 2012, 2013), «Биоэкология» (очное, заочное, 2011)

**Дисциплина:** «Экология и рациональное природопользование» (бакалавриат, 2-3 курс, очное и заочное обучение)

**Количество часов:** 72 ч. ( лекции – 24, практические занятия – 30, самостоятельная работа – 18), форма контроля: экзамен.

**Направление:** 050100.62 «Педагогическое образование»

**Учебный план:** «Биология и английский язык», «Биология и химия» (очное, заочное, 2013)

**Дисциплина:** «Общая экология» (бакалавриат, 5 курс, очное и заочное)

**Количество часов:** 72 ч. (лекции – 24, практические занятия – 28, самостоятельная работа – 20), форма контроля: экзамен.

**Направление:** 021900.62 «Почвоведение».

**Учебный план** «Почвоведение» (очное, 2013).

**Дисциплина:** «Экология» (бакалавриат, 2 курс, очное обучение).

**Количество часов:** 72 ч. (лекции – 14, практические занятия – 28, самостоятельная работа – 30), форма контроля: экзамен

**Аннотация:** Рассматриваются вопросы состояния и динамики взаимодействия природной среды и общества. Практические задания направлены на развитие у обучающихся навыков самостоятельного решения экологических и природоохранных задач, расширение их знаний по изучаемой теме. Предназначено студентам биологических специальностей и направлений подготовки бакалавров, обучающихся на естественных факультетах университета и изучающих в соответствии с учебными планами курсов «Экология», «Общая экология» «Экология и рациональное природопользование».

**Темы:** 1. Предмет экологии, ее цели и задачи. 2. Экологические факторы и их действие. 3. Климатические факторы среды. 4. Вода как среда обитания. 5. Понятие о популяции в экологии. 6. Динамические характеристики популяции. 7. Рост численности популяции и регуляция численности в природе. 8. Биоценоз, биогеоценоз и экосистема. 9. Закономерности функционирования экосистем. 10. Круговорот веществ и поток энергии в экосистемах. 11. Экологическое равновесие. Динамика экосистем. Сукцессия. 12. Биосфера. Биогеохимические круговороты. 13. Ноосфера. Основные экологические проблемы современности. 14. Рациональное природопользование.

**Ключевые слова:** экология, экосистема, экологические факторы, биосфера, рациональное природопользование.

**Дата начала эксплуатации:** 1 сентября 2014 года

**Сведения об авторах:** Ибрагимова К.К., доцент кафедры биоэкологии ИФМиБ, кандидат биологических наук, тел.:(843) 5-71-20-36, email: [kadriya.ibragimova@mail.ru](mailto:kadriya.ibragimova@mail.ru). Рахимов И.И., профессор кафедры биоэкологии ИФМиБ, доктор биологических наук, тел.сот. 89172726239, email: [rakhim56@mail.ru](mailto:rakhim56@mail.ru)

**URL электронного курса в MOODLE:** <http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=1779>

## Оглавление

№	Тема	Стр.
1	Предмет экологии, ее цели и задачи	4
2	Экологические факторы и их действие	7
3	Климатические факторы среды	12
4	Вода как среда обитания	19
5	Понятие о популяции в экологии	24
6	Динамические характеристики популяции	29
7	Рост численности популяции и регуляция численности в природе	33
8	Биоценоз, биогеоценоз и экосистема	37
9	Закономерности функционирования экосистем	43
10	Круговорот веществ и поток энергии в экосистемах	48
11	Экологическое равновесие. Динамика экосистем. Сукцессия	53
12	Биосфера. Биогеохимические круговороты	60
13	Ноосфера. Основные экологические проблемы современности	66
14	Рациональное природопользование	71
	Глоссарий по курсу	76
	Источники информации	85
	Вопросы к экзамену	87

## **Тема 1. Предмет экологии, ее цели и задачи. Значение экологии в современный период.**

**Аннотация:** Экологии как самостоятельная наука. Основные цели и задачи современной экологии, ее предмет. Место экологии в системе наук. Этапы развития экологии. Значение экологии и ее роль в рациональном природопользовании.

**Ключевые слова:** наука экология, взаимоотношения организмов, окружающая среда, развитие экологии, методы экологических исследований.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

1. Изучить лекцию по теме.
2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

### **Источники информации:**

#### Основная литература

1. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 1, с.3-11.
2. Шилов И.А. Экология. – М., Юрайт, 2011. – Введение, с. 5- 11.
3. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 1, с. 7- 17.

#### Интернет-ресурсы:

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии
2. [ecportal.su/books.php](http://ecportal.su/books.php) всероссийский экологический портал

## Глоссарий

**АУТЭКОЛОГИЯ** — экология особей и видов; изучает взаимоотношения организма (вида, особи) с окружающей средой и исследует действие среды на морфологию, физиологию и поведение организмов.

**БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ** — учение о биогеоценозах или экологических системах.

**ДЕМОЭКОЛОГИЯ** — экология популяций; изучает динамику популяций, описывает и устанавливает причины колебания численности различных видов.

**СИНЭКОЛОГИЯ** — раздел экологии изучающий ассоциации популяций разных видов растений, животных и микроорганизмов (биоценозов), пути их формирования, их взаимодействие с внешней средой.

**ЭКОЛОГИЯ** (от греч. *oikos* — дом и *logos* — слово, учение) — это наука, изучающая организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней: популяций, биоценозов (сообществ), биогеоценозов (экосистем) и биосферы.

### Вопросы для изучения по теме:

1. Предмет, цели и задачи экологии.
2. Объекты изучения экологии, методы исследования.
3. Этапы развития экологии.
4. Экология как мировоззрение современного человека.
5. Значение экологических исследований в современный период.

### Краткое изложение теоретического материала.

ЭКОЛОГИЯ (от греч. *oikos* — дом и *logos* — слово, учение) — это наука, изучающая организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней: популяций, биоценозов (сообществ), биогеоценозов (экосистем) и биосферы. Наука о взаимодействиях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой. Термин впервые предложил немецкий биолог Эрнст Геккель в 1866 году в книге «Общая морфология организмов». Если проследить последовательные этапы развития экологии, то вначале это были два частных раздела ботаники и зоологии, изучающие

взаимодействие организмов с окружающей средой. К середине XX века экология значительно расширила свою сферу и превратилась в отрасль биологии, изучающую надорганизменные системы, совокупность организмов вместе с окружающей средой, называемую *общей экологией*. В настоящее время экология приобрела междисциплинарное, общенаучное значение. В экологии как науке осуществляется синтез научных дисциплин — биологии, геологии, физики, химии, географии, экономики, социологии, математического моделирования, правоведения и др. Экологические проблемы требуют широкого философского осмысления, создания новых этических концепций. В экологии сложнейшие научные построения соседствуют с прикладными вопросами, которые требуют немедленного решения. Таким образом, экология — не просто научная дисциплина, она представляет собой проблемно ориентированную систему научных знаний.

С точки зрения современной биологии жизнь на планете Земля представлена следующими уровнями организации живой материи: ген - клетка - ткань - орган - организм - популяция - биоценоз (сообщество) - биогеоценоз (экосистема) - биом - биосфера. В этом жизненном спектре предметом экологии являются биологические системы от организма до биосферы. Исходя из этого, можно дать современное определение экологии как науки. Экология - это биологическая наука, изучающая формирование, структуру и функционирование биологических систем всех уровней от организма до биосферы и их взаимодействие с окружающей средой. Из данного определения вытекают задачи экологии.

Экология как наука должна решать следующие задачи:

1. Изучить законы и закономерности взаимодействия организмов со средой их обитания;
2. Изучить формирование, структуру и функционирование надорганизменных биологических систем (популяция, биоценоз (сообщество), биогеоценоз (экосистема), биом, биосфера).

3. Изучить законы и закономерности взаимодействия надорганизменных биологических систем (популяция, биоценоз (сообщество), биогеоценоз (экосистема), биом, биосфера) с окружающей средой.

### **Вопросы и задания для контроля знаний**

1. Предмет экологии. Место экологии в системе биологии и естественных наук в целом.

2. Структура и задачи современной экологии. Значение экологической науки для современного общества.

3. Экология как наука, охватывающая связи на всех уровнях организации жизни: организменном, популяционном и биоценоотическом.

4. Методы экологических исследований: полевые наблюдения, эксперименты, теоретическое моделирование.

5. Экология как основа охраны окружающей среды и рационального природопользования.

6. История экологии. Обособление экологии в системе биологических наук (Э.Геккель). Подразделение экологии на ауто- и синэкологию. Развитие представлений об экосистемах и биогеоценозах.

7. Современная прикладная экология. Экология в сельском и лесном хозяйстве. Агроэкосистемы. Городская экология и др.

### **Тема 2. Экологические факторы и их действие.**

**Аннотация:** Разнообразие экологических факторов. Среды жизни. Различные подходы к классификации экологических факторов. Представление о комплексе внешних воздействий на живые организмы. Понятие о закономерностях действия экологических факторов. Основные экологические законы.

**Ключевые слова:** факторы среды, окружающая среда, абиотические и биотические факторы, антропогенные факторы, экологический оптимум, правило Аллена, Бергмана, Глогера.

**Методические рекомендации по изучению темы.**

1. Изучить лекцию по теме.
2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

**Источники информации:**

Основная литература:

1. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 1, с. 3-41.
2. Шилов И.А. Экология. – М., Юрайт, 2011. – Глава 4, с. 64-211.
3. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 2, с. 18-27.

Интернет-ресурсы

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии
2. [evolution.powernet.ru/library/.../biogeography\\_abdurahmanov.html](http://evolution.powernet.ru/library/.../biogeography_abdurahmanov.html)
3. [ecoportal.su/books.php](http://ecoportal.su/books.php) всероссийский экологический портал
4. [http://ecorussia.info/ru/ecopedia/environmental\\_resources\\_of\\_russian\\_internet](http://ecorussia.info/ru/ecopedia/environmental_resources_of_russian_internet)

**Глоссарий.**

**АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ** — это все свойства неживой природы (физические, химические, климатические, гидрологические, почвенные, топографические), оказывающие прямое или косвенное влияние на живые организмы.

**АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ** — это все формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природной среды

обитания, других биологических видов и непосредственно сказываются на их жизни.

**БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ** — это все формы воздействия живых организмов (микроорганизмов, растений, животных и их сообществ) друг на друга или на среду обитания.

**ЛИМИТИРУЮЩИЙ ФАКТОР** - фактор, в первую очередь ответственный за ограничение роста и (или) размножение организма или популяции.

**СТЕНОБИОНТЫ** — организмы, неспособные переносить значительные колебания экологических факторов, обладающие узкой экологической валентностью, для существования которых необходимы строго определенные экологические условия.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ВАЛЕНТНОСТЬ (экологическая пластичность)** - (от лат. Valentia — сила) степень способности определенного вида выдерживать изменения какого-либо фактора среды (напр., температуры).

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША** — это положение вида, которое он занимает в общей системе биоценозов, которое определяется функциональными связями вида, его пространственным расположением и требованиями к абиотическим факторам среды.

#### **Вопросы для изучения по теме:**

1. Понятие о средах жизни.
2. Понятие об экологическом факторе и адаптациях.
3. Классификации экологических факторов.
4. Правило экологического оптимума. Эврибионты и стенобионты.
5. Закон толерантности Шелфорда. Взаимодействие факторов.

#### **Краткое изложение теоретического материала.**

Окружающая органическая и неорганическая природа есть среда обитания вида, это часть природы, с которой он непосредственно взаимодействует. Любое существо живет в сложном и постоянно изменяющемся мире, и поэтому оно должно приспосабливаться и регулировать свою жизнедеятельность в соответствии с этими изменениями. Живые организмы освоили четыре среды

обитания: водную, в которой жизнь первоначально зародилась, почвенную, воздушную (наземно-воздушная) и среду обитания для паразитических видов - тела живых организмов (организменная). Ко всем условиям среды организмы способны приспосабливаться, эти приспособления принято называть адаптациями. Они могут быть анатомо-морфологического, физиологического, поведенческого характера. Элементы среды обитания, которые вызывают адаптации, называются экологическими факторами или факторами воздействия. Реальное значение факторов неодинаково. Некоторые факторы особенно важны и незаменимы, их принято называть условиями существования.

Экологические факторы делятся на 3 основные группы: абиотические, биотические и антропогенные, которые как бы соответствуют этапам эволюционного развития нашей планеты. По М. Бигону, Дж. Харперу, К. Таусенду (1989) экологические факторы разделяются на 2 группы: на условия и ресурсы.

Условия - изменяющиеся во времени и в пространстве факторы среды обитания, на которые организмы реагируют по-разному в зависимости от его силы (например, температура, влажность почвы и т.д.). В присутствии некоторых организмов условия могут меняться, так, растения могут изменять рН почвы, затенять пространство, но условия организмами не расходуются и не исчерпываются, и ни один организм не может их сделать недоступными или менее доступными для других организмов.

Ресурсы - это все то, что организмы используют и потребляют, и в зависимости от условий организмы могут изменить их количество или могут сделать их недоступными для других. Между организмами за тот или иной ресурс возникает конкуренция. В различные периоды жизни ресурсами могут быть различные вещества. Один и тот же фактор в зависимости от среды обитания может быть то ресурсом, то условием, например, кислород в воздушной среде - условие, а в водной - ресурс.

Некоторые экологические факторы остаются постоянными практически всегда, ряд других факторов очень сильно варьирует (конкуренция, климатические факторы). Степень изменчивости фактора зависит от среды обитания. Особенно глубокое влияние оказывают на организмы изменяющиеся факторы.

Экологические факторы в самом простом случае оказывают прямое влияние, чаще всего встречается с опосредованное, косвенное влияние. Один и тот же фактор на одни организмы оказывает прямое влияние, а на другие косвенное. Несмотря на большое разнообразие экологических факторов можно выделить ряд закономерностей их действия на организмы.

Закон оптимума - любой экологический фактор имеет определенные пределы положительного влияния на организмы. Существуют наиболее оптимальные дозировки факторов, при которых организмы данного вида чувствуют себя наиболее комфортно. Графически закон отражается симметричной кривой, показывающей, как меняется жизнедеятельность при увеличении дозы фактора. В центре под кривой - зона оптимума, в пределах которого организмы активно растут, питаются, успешно размножаются. Чем больше или меньше значение фактора, тем менее благоприятно это для живых организмов. Значения факторов, при которых наступает гибель организмов, называются критическими или экстремальными точками. Предел выносливости между двумя экстремальными точками называется экологической валентностью или пластичностью вида. Виды, длительное время развивавшиеся в относительно стабильных условиях, теряют экологическую пластичность и вырабатывают черты стенобионтности, а виды, существовавшие при значительных колебаниях факторов среды, приобретают повышенную экологическую пластичность и становятся эврибионтными.

Экологический фактор, интенсивность которого приближается к пределу выносливости или выходит за него, называют ограничивающим. Представление об ограничивающем влиянии не только минимума, но и максимума развил В.Шелфорд в 1913 г.: лимитирующим фактором существования вида может

быть как минимум, так и максимум экологического фактора, диапазон между которыми определяет величину толерантности, выносливости организма к данному фактору.

Все живые организмы, обитающие на Земле, представляют собой открытые системы, зависящие от поступления веществ и энергии извне. Этот процесс составляет основу питания любого живого организма, свойство характерное всему живому.

### **Вопросы и задания для контроля знаний**

1. Определение понятия экологический фактор.
2. Классификации экологических факторов В.Н.Сукачева и др.
3. Правило экологического оптимума. Законы экологии.
4. Понятие о ресурсах и условиях.

**Задание 1.** Отметьте, какие из данных суждений правильны:

- а) организмы с широким диапазоном толерантности, как правило, имеют больше шансов в борьбе за существование;
- б) толерантность особи остается неизменной в течение всей жизни;
- в) виду свойственна только одна определенная ниша независимо от места его обитания и географического района;
- г) степень выносливости, критические точки, оптимальная и пессимальные зоны отдельных индивидуумов не совпадают;
- д) степень выносливости к какому-либо фактору означает соответствующую экологическую валентность вида по отношению к остальным факторам;
- е) полное отсутствие воды или хотя бы одного из основных элементов минерального питания делает жизнь растения невозможной, несмотря на благоприятные сочетания других условий.

### **Тема 3. Климатические факторы среды.**

**Аннотация:** Основные климатические факторы наземной среды обитания (свет, температура, влажность и др.). Адаптации организмов к основным

климатическим факторам наземной среды. Различные экологические группы организмов.

**Ключевые слова:** свет, суточный ритм, фотопериодизм, гелиофиты, сциофиты, температура, эндотермные и экзотермные организмы, влажность, гидрофилы, ксерофилы.

**Методические рекомендации по изучению темы.**

1. Изучить лекцию по теме.
2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

**Источники информации:**

Основная литература:

1. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 1, с. 12-34.
2. Одум Ю. Общая экология. М., "Мир", 1986, т.1, глава 5, 267-286.
3. Шилов И.А. Экология. – М., Юрайт, 2011. – Глава 4-5, 7 с. 65-137, 172 - 211.
4. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 3, с. 35-89.

Интернет-ресурсы

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии
2. [ecportal.su/books.php](http://ecportal.su/books.php) всероссийский экологический портал
3. eLIBRARY.RU научная электронная библиотека
4. Ибрагимова К.К., Рахимов И.И., Зиятдинова А.И. Словарь-справочник терминов по экологии и охране природы. Казань: Изд-во "Отечество", 2012. - 147с. [http://kpfu.ru/main?p\\_id=29207&p\\_lang=&p\\_type=9&p\\_pub\\_type=21](http://kpfu.ru/main?p_id=29207&p_lang=&p_type=9&p_pub_type=21)

## Глоссарий

**БИОРИТМ** — автономный процесс периодического чередования колебаний (суточных, сезонных и т. д.) интенсивности и характера физиологических процессов и реакций, протекающих в живых организмах.

**ГЕЛИОФИТЫ** - светолюбивые растения открытых мест с хорошей освещенностью.

**ГЕМИКРИПТОФИТЫ** (от *геми...* и *криптофиты*)- растения, у которых почки возобновления в неблагоприятный для вегетации период года сохраняются на уровне почвы или листовой подстилки.

**ГИГРОФИТЫ** — наземные растения, растущие в условиях повышенной влажности воздуха и почвы.

**ЖИЗНЕННАЯ ФОРМА** - В ботанике - внешний облик (габитус) растения, отражающий приспособленность к условиям среды. В зоологии наличие сходных морфоэкологических, физиологических, поведенческих и т. д. приспособлений для обитания в одинаковой среде.

**КРИОФИТ** - холодостойкое растение сухих местообитаний.

**КРИПТОФИТ** - многолетнее травянистое растение, наземные органы которого отмирают в неблагоприятный для вегетации сезон, а почки возобновления закладываются на корневищах, клубнях, луковицах и лежат глубоко в земле (геофиты) или под водой (гидрофиты).

**КСЕРОФИЛ** - организм, приспособленный к жизни в условиях недостатка воды, а потому обитающий в местах с пониженной влажностью (из животных — ящерицы, черепахи и др.).

**МЕЗОФИЛЫ** - животные, обитающие в местах со средним увлажнением. умеренно влаголюбивые животные, нормально существующие при средних температурах (20-40°C).

**МЕЗОФИТЫ** - растения, способные переносить непродолжительную и не очень сильную засуху.

**ПОЙКИЛОТЕРМНЫЕ (холоднокровные) ЖИВОТНЫЕ** (от греч. *poikilos* — различный и *therme* — тепло) - холоднокровные животные, эктотермные животные, температура тела которых меняется в зависимости от температуры окружающей среды.

**СКЛЕРОФИТЫ** — засухоустойчивые растения сухие на вид, с жесткими, узкими или мелкими листьями, покрытыми толстой, препятствующей испарению кутикулой, иногда свернутыми в трубочку (сосна, ковыль, типчак)

**СУККУЛЕНТ** — засухоустойчивое растение сухих местообитаний с сочными мясистыми надземными органами (стволами, стеблями, листьями), в которых запасается влага.

**СЦИОФИТЫ** – тенелюбивые растения, которые не выносят прямого света и нормально развиваются в условиях затенения.

**ТЕРМОФИЛЫ** - теплолюбивые организмы, организмы, которые предпочитают жить в условиях постоянно высоких температур.

**ФАНЕРОФИТЫ** (от греч. *phaneros* — явный, открытый и ...*φυτ*) - растения, почки и концевые побеги которых находятся высоко над поверхностью почвы и переживают неблагоприятное время года без особой защиты.

**ХАМЕФИТЫ** (от греч. *chamai* — на земле и ...*φυτ*) - “поверхностные растения”, мелкие кустарники, полукустарники (брусника, черника, вереск) и травянистые растения, почки возобновления которых находятся на слабо возвышающихся над почвой побегах.

**ЭФЕМЕР** - экологическая группа травянистых однолетних растений с очень коротким вегетационным периодом.

#### **Вопросы для изучения по теме:**

1. Свет как экологический фактор для растений и животных.
2. Экологические группы живых организмов по отношению к свету.
3. Суточные ритмы живых организмов. Биологические часы.
4. Сезонные ритмы живых организмов и их причина. Фотопериодизм.
5. Температура в жизни эктотермных организмов. Концепция “градусо-дней”.

6. Эндотермные организмы. Возможности обитания в экстремальных условиях. Правила Аллена, Бергмана и Глогера.

7. Вода в наземной среде. Гидрофилы и ксерофилы. Адаптации живых организмов к обитанию в условиях различного увлажнения.

### **Краткое изложение теоретического материала.**

Солнечный свет – единственный источник энергии для живых организмов на Земле. Для растений – это и условие, и ресурс, за который идет конкуренция.

Для животных – это условие обитания, имеющее непостоянный характер.

Лучистая энергия Солнца достигает Земли в виде излучения следующих типов:

- лучи длиной  $<150$  нм – ионизирующая радиация – обладает мутагенным действием, влияет на ДНК ядер, митохондрий, хлоропластов. На ионизирующую радиацию приходится 5% всего солнечного излучения.
- ультрафиолетовое излучение, лучи длиной 150-400 нм. Большая их часть поглощается озоновым слоем атмосферы. Вызывает рак кожи, стимулирует образование витамина Д, регулирующий обмен кальция и фосфора, а соответственно нормальный рост и развитие скелета. Занимает 5-10% солнечного излучения.
- видимый свет – 400-800 нм – на фотосинтетически активный диапазон приходится 40-50 % всего излучения Солнца.
- инфракрасное излучение 800-1000 нм, 10 % всего излучения Солнца.
- $> 1000$  нм дальняя инфракрасная радиация около 30 % - мощный фактор теплового режима среды.

Принято различать 3 группы растений по отношению к свету: гелиофиты, светолюбивые растения открытых пространств с хорошей освещенностью; сциофиты, тенелюбивые растения не выносят сильного освещения и живут под пологом леса в постоянной тени; факультативные гелиофиты, теневыносливые растения имеют широкую экологическую амплитуду по отношению к свету.

В жизни животных свет имеет большое значение как средство ориентации. Уже у простейших появляются светочувствительные органеллы, а, начиная с

кишечнополостных, у всех животных развиваются специализированные органы зрения.

Специфическое значение светового фактора заключается в том, что динамика условий освещения управляет периодическими явлениями в жизни органического мира. Ритмически меняющаяся среда потребовала приспособлений со стороны живых организмов. Произошло закономерное и постепенное согласование ритмов биологической активности живых организмов с ритмами суточной и сезонной цикличности факторов окружающей среды. Смыслом этого явилось совмещение различных форм жизнедеятельности (рост, размножение и др.) с наиболее благоприятными периодами во внешней среде.

Температура как фактор влияет на организмы через ускорение или торможение биохимических реакций. Скорость реакции с увеличением температуры на каждые  $10^{\circ}$  увеличивается в 1,5-2 раза, т.е. и биохимические реакции подчиняются правилу Ван-Гоффа. Все организмы: и растения и животные по способности регулировать температуру тела принято делить на две группы: эктотермы и эндотермы.

1. Эктотермные - получают тепло от внешних источников, сами тепло не вырабатывают, к ним относятся растения и холоднокровные животные,
2. Эндотермные - способны сами регулировать температуру тела за счет внутренней теплопродукции, это птицы и млекопитающие.

Для защиты от неблагоприятного действия как низких, так и высоких температур организмы вырабатывают адаптации различного характера, в первую очередь, морфологические, а также физиологические и поведенческие. Морфологические адаптации можно иллюстрировать правилом Бергмана, согласно которому в пределах вида или близких видов теплокровные организмы с более крупными размерами тела распространены в более холодных областях, а по мере приближения к теплым - размеры уменьшаются. Следствием правила Бергмана является правило Аллена, по которому в

холодных областях у животных с постоянной температурой тела наблюдается тенденция к уменьшению площади выступающих частей тела.

Температурный фактор имеет важное значение в распределении организмов на Земле и тем самым обуславливает заселенность ими разных природных зон. Размещение на поверхности Земли основных биомов соответствует положению основных температурных зон

Вода как фактор может рассматриваться как условие и как ресурс в зависимости от среды обитания. В наземных местообитаниях вода - необходимый ресурс для всего живого. Ни один организм не застрахован от потерь воды, поэтому постоянно должен пополнять ее запасы. Для многих организмов большое значение имеет атмосферная влага, т.е. относительная влажность воздуха. Для растений кроме атмосферной влаги важно также наличие достаточной и доступной влаги в почве. Большинство растений получает воду с помощью корней, а точнее корневых волосков всасывающей зоны корня. где почва с поверхности пересыхает и остается влажной в нижних горизонтах.

Растения делятся на следующие группы: гидатофиты - водные растения, полностью и большей частью погруженные в воду (ряска, элодея, кубышка и т.д.); гидрофиты - наземно-водные растения, погруженные в воду только нижними частями (стрелолист, частуха, камыш и т.д.); гигрофиты - наземные растения, приспособленные к обитанию в условиях высокой влажности воздуха; мезофиты - растения умеренно увлажненных местообитаний; ксерофиты - растения сухих местообитаний, в свою очередь их делят на суккуленты и склерофиты: суккуленты - растения, способные накапливать в тканях и органах большое количество воды и склерофиты - засухоустойчивые растения с жесткими, кожистыми листьями и стеблями, задерживающие испарение (верблюжья колючка, полынь, ковыли).

Среди наземных животных различают: гидрофилы - влаголюбивые животные: мокрицы, амфибии и др.; мезофилы - обитают в районах с умеренной

влажностью; ксерофилы - сухолюбивые животные, не переносящие высокой влажности: верблюды, пустынные грызуны и пресмыкающиеся.

### **Вопросы и задания для контроля знаний по теме:**

1. Чем различаются экстенсивный и интенсивный типы корневых систем у растений?
2. Среди беспозвоночных животных наиболее полно освоили наземную среду обитания насекомые и пауки. Каковы адаптации этих организмов к недостатку воды?
3. Некоторые беспозвоночные способны переживать засуху и недостаток питьевой воды используя метаболическую воду. Как образуется метаболическая вода?
4. Каким образом уменьшается водопроницаемость покровов у высших позвоночных?
5. В клетках всех организмов имеется вода. При замерзании она может разорвать внутренние структуры клетки и вызвать гибель организмов. Почему же зимой не погибают растения, лягушки, насекомые и другие пойкилотермные животные при охлаждении их тела ниже 0°C?

### **Тема 4. Вода как среда обитания.**

**Аннотация:** Представление о комплексе факторов, действующих на организмы в водной среде. Адаптации организмов к обитанию в воде. Пресные и соленые водоемы. Экологические группы гидробионтов.

**Ключевые слова:** ресурсы воды, водно-солевой баланс, вода как среда обитания, гидробионты, планктон, нектон, нейстон, бентос.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

1. Изучить лекцию по теме.
2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

## Источники информации:

### Основная литература:

1. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 1, с. 27-34.
2. Шилов И.А. Экология. – М., Юрайт, 2011. – Глава 6, с. 139-171.
3. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 4, с. 90-104.

### Интернет-ресурсы

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии
2. [ecoportal.su/books.php](http://ecoportal.su/books.php) всероссийский экологический портал
3. [eLIBRARY.RU](http://eLIBRARY.RU) научная электронная библиотека

## Глоссарий.

**БЕНТАЛЬ** (от греч. *benthos* — глубина) — дно водоёма, заселенное организмами, обитающими на грунте или в его толще.

**БЕНТОС** — совокупность организмов, обитающих на дне водоёма.

**ЗООПЛАНКТОН** - совокупность животных, обитающих (как правило, свободно парящих) в толще воды морской и пресноводных водоёмов и на способных противостоять переносу течениями. З. - составная часть планктона.

**ЛИТОРАЛЬ** (от лат. *litoralis* — береговой, прибрежный), экологическая зона моря или пресного водоема, занимающая прибрежную или донную часть мелководья, в которой свет проникает до дна.

**НЕЙСТОН** - совокупность живых существ, обитающих у поверхности воды, на грани водной и воздушной сред.

**НЕКТОН** - (от греч. *nektos* — плавающий), совокупность организмов, обитающих в толще воды **пелагиали**, способных к активному плаванию и преодолению водных течений (в основном млекопитающие, пелагические рыбы и крупные головоногие моллюски).

**ПЛАНКТОН** (от греч. *planktós* — блуждающий) — совокупность, пассивно плавающих в толще воды организмов (водоросли, простейшие, некоторые ракообразные (криль) моллюски и др.), не способных к самостоятельному передвижению на значительные расстояния.

**ПЛЕЙСТОН** (от греч. *pleystikos* — плавающий и *on* — суще) - обитатели (обычно пассивно плавающие или полупогружённые) сравнительно тонкого приповерхностного слоя воды.

**ФИТОПЛАНКТОН** (от греч. *phyton* - растение, *planktos* - блуждающий) - совокупность организмов, населяющих толщу воды континентальных и морских водоемов и не способных противостоять переносу течениями.

### **Вопросы для изучения по теме**

1. Особенности воды как среды для живых организмов (плотность и давление воды, теплоемкость, способность растворять соли и газы и поглощение света).
2. Вертикальная зональность в водных экосистемах.
3. Приспособление живых организмов к факторам водной среды.
4. Понятие о планктонных, нектонных и бентосных формах. Особенности нейстонных организмов.
5. Поддержание водно-солевого баланса у организмов пресных и соленых вод.

### **Краткое изложение теоретического материала.**

Вода является эволюционно первой средой органической жизни на Земле. В настоящее время до 71 % площади земного шара занимает гидросфера. Все водные обитатели приспособились к особенностям водной среды, отличающим ее от других сред. Вода характеризуется большей по сравнению с воздухом плотностью, высокой теплопроводностью, а также способностью растворять соли и газы.

Вес организмов в воде становятся легче, и некоторые из них могут постоянно плавать в толще воды, не опускаясь на дно. Для активного плавания в воде организмы должны иметь сильную мускулатуру и обтекаемые формы тела, что можно наблюдать у быстро плавающих рыб и дельфинов. Это связано

с высокой плотностью водной среды обитания, ведь плотность воды больше плотности воздуха в 800 раз. Благодаря этому большинство водных растений не имеет механических тканей, или она развита очень слабо. Многие водные животные покрыты слизью, которая уменьшает трение при плавании.

На глубине водные обитатели испытывают сильное давление, в среднем в водной толще с погружением на каждые 10 м, давление возрастает на 1 атмосферу. Глубоководные организмы способны перенести давление водной толщи созданием внутреннего, уравновешивающего наружное, давления. При подъеме таких организмов на поверхность происходит деформация их тела, например, у морских окуней глаза “вылетают” из глазниц.

Температура в водной среде всегда более стабильна, чем на суше. В связи с этим водным организмам нет необходимости приспосабливаться к резким колебаниям температуры. Особые химические свойства воды обуславливают даже при сильных морозах подо льдом положительные температуры.

Одним из ограничивающих жизнь в водной среде обитания является концентрация кислорода. На содержание кислорода оказывают влияние загрязнение вод и повышение температуры.

Вода различных водоемов Земли отличается по солености, соленость морских вод близка к 35 промилле, т.е. в 1 л воды растворено 35 г солей, главным образом, хлоридов, сульфатов и карбонатов. Пресные же воды имеют соленость не более 0,5 промилле. В морских водах происходит непрерывная «откачка» воды из тел живых организмов, так как их внутренняя среда менее солена, а в пресных водах наоборот, вода постоянно проникает внутрь по этой же причине. Морские организмы приспосабливаются к этому обстоятельству различными путями. Одни, например, акулы, накапливают в своих тканях осмотически активные вещества, то есть вещества, удерживающие воду, у акул это мочевины. Другие (рыбы, рептилии) пьют морскую воду, за счет чего концентрация веществ в их тканях увеличивается. Избыток солей при этом удаляется через специализированные солевые железы. У рыб эти железы расположены на жабрах. У морских черепах и членистоногих протоки таких желез

выводятся в носовую полость. У морских млекопитающих избыточная соль выводится почками. Пресноводные рыбы не пьют воду, она сама путем осмоса проникает в их тела через жабры, эпителий ротовой полости, через покровы тела. Их почки постоянно вырабатывают большое количество гипотоничной мочи для удаления избытка воды.

Водная среда отличается также световым режимом, к которому наиболее чувствительны растения. С глубиной количество света убывает, меняется и спектральный состав солнечных лучей. Водная толща в первую очередь поглощает красные лучи, а сине-фиолетовая часть спектра проникает на глубину до 250-300 м. Зеленые водоросли уступают место с глубиной бурым и красным, пигменты которых более приспособлены к улавливанию солнечных лучей с короткими длинами волн.

Обитающие в водной среде организмы - гидробионты приспособлены к жизни в разных слоях водной толщи и подразделяются на нектон, планктон и бентос.

Нектон (от греч. *Nekto* – плавающий) – совокупность активно плавающих, свободно перемещающихся организмов, не имеющих непосредственной связи с дном. Эти животные способны преодолеть большие расстояния и сильные водные течения. Для них характерна обтекаемая форма тела и хорошо развитые органы движения. Типичными нектонными организмами являются рыбы, кальмары, ластоногие, киты. В пресных водах, кроме рыб, к нектону относятся земноводные и подвижные насекомые.

Планктон – (от греч. *Planktos* – блуждающий, парящий) – совокупность организмов, обитающих в толще воды и пассивно переносимых водными течениями. Они

Плейстон (от греч. *Plein* – плавать на корабле) – совокупность водных организмов, держащихся на поверхности воды, а также гидробионтов, часть тела которых находится в воде, а часть – над ее поверхностью (ряска малая, сифонофоры и др.)

Нейстон (от греч. *Neustos* – плавающий) – совокупность водных организмов, обитающих в зоне пленки поверхностного натяжения воды (над или под ней) (бактерии, простейшие, клопы-водомерки, жуки-вертячки, водоросли).

Бентос (от греч. *Benthos* – глубина) – совокупность водных организмов, обитающих на дне (на грунте или в грунте) водоемов. Он подразделяется на фитобентос, зообентос и бактериобентос. Фитобентос морей в основном включает в себя водоросли – диатомовые, зеленые, бурые и красные. Зообентос представлен прикрепленными или медленно передвигающимися или роющимися в грунте животными – иглокожие, двустворчатые моллюски, асцидии, губки и др.

#### **Вопросы и задания для контроля знаний по теме:**

1. Сравните экологические факторы водной и наземно-воздушной сред жизни.
2. У некоторых водных позвоночных животных, например, у акул, скелет состоит не из костей, а из эластичного хряща. Как это объяснить с экологической точки зрения?
3. Объясните, чем обеспечивается возможность фильтрационного типа питания у водных организмов (например, у губок)? Почему фильтрационное питание невозможно на суше?
4. Какие организмы называют пойкилоосмотическими или осмокомформерами?
5. Каких животных называют гомойоосмотическими или осморегуляторами?
6. Какова задача солевых желез у рептилий и птиц?

#### **Тема 5. Понятие о популяции в экологии.**

**Аннотация:** Представление о популяции как надорганизменной системе. Статические показатели популяции. Структура популяции (пространственная, половая, возрастная, этологическая).

**Ключевые слова:** популяция, пространственная структура популяции, возрастная структура популяции, половая структура популяции.

#### **Методические рекомендации по изучению темы.**

1. Изучить лекцию по теме.

2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

### **Источники информации:**

#### Основная литература:

1. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 6, с. 68-76.
2. Ручин А.Б. Экология популяций и сообществ. -М.: Издательский центр «Академия», 2006. – Глава 1-5, с. 11-98.
3. Шилов И.А. Экология. – М., Юрайт, 2011. – Глава 9, с. 232- 254.
4. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 8, с. 205- 257.

#### Интернет-ресурсы

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии
2. [evolution.powernet.ru/library/.../biogeography\\_abdurahmanov.html](http://evolution.powernet.ru/library/.../biogeography_abdurahmanov.html)
3. [ecoportal.su/books.php](http://ecoportal.su/books.php) всероссийский экологический портал
4. [http://ecorussia.info/ru/ecopedia/environmental\\_resources\\_of\\_russian\\_internet](http://ecorussia.info/ru/ecopedia/environmental_resources_of_russian_internet)

### **Глоссарий.**

**ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИИ** - соотношение в популяции особей разного возраста.

**ДЕМОЭКОЛОГИЯ** — экология популяций; изучает динамику популяций, описывает и устанавливает причины колебания численности различных видов.

**ПЛОТНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ** - число особей (или биомасса) популяции на единицу пространства или объема.

**ПОПУЛЯЦИЯ** — совокупность особей одного вида, совместно населяющих определенную территорию и обладающих способностью свободно скрещиваться между собой и давать плодовитое потомство.

**СИНЭКОЛОГИЯ** — раздел экологии изучающий ассоциации популяций разных видов растений, животных и микроорганизмов (биоценозов), пути их формирования, их взаимодействие с внешней средой.

**ЧИСЛЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ** — это общее количество особей на данной территории или в данном объеме.

**Вопросы для изучения по теме:**

1. Понятие о популяции в экологии. Функции популяции в природе.
2. Географические, экологические, элементарные популяции.
3. Статические характеристики популяции: общая численность, плотность, структура (размерная, возрастная, половая).
4. Популяция в пространстве: случайное, агрегированное (пятнистое) и регулярное размещение особей. Причины, приводящие к определенному типу пространственного размещения.
5. Территориальное поведение.

**Краткое изложение теоретического материала.**

По определению С.С.Шварца, популяция – элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды.

Слово «популяция» происходит от латинского «*populus*» – народ, население. Они обладают генетическими и экологическими характеристиками.

Популяции можно описать статическими (численность, возрастная структура и т.д.) и динамическими характеристиками (рождаемость, смертность, темпы роста, плотность).

Численность – общее количество особей в популяции. Определение абсолютной численности особей в популяциях часто невозможно осуществить. Есть различные способы ее определения, например, метод повторного мечения для подвижных животных. Популяцию можно рассмотреть с точки зрения ее возрастной, половой, пространственной и структуры, которые отражают распределение особей в пространстве, соотношение в ней групп особей по

возрасту, полу, поведенческим и генетическим особенностям. Выделяются следующие возрастные периоды: прегенеративный, генеративный, постгенеративный.

Возрастная структура популяции зависит от двух причин: от особенностей жизненного цикла вида и внешних условий

Распределение численности по возрастным группам, определение соотношений между ними позволяет составить возрастной спектр популяции. Если в популяции преобладают молодые особи, то такую популяцию называют инвазионной, внедряющейся в сообщество. Если же, напротив, популяция состоит из старых особей, то это регрессивная популяция, она находится на грани вымирания. В большинстве случаев считается оптимальным, если в популяции представлены особи разного возраста. Анализ возрастной и половой структуры популяции позволяет прогнозировать численность популяции, что особенно важно для промысловых видов, для вредителей полей и лесов.

Соотношение особей по полу имеет большое значение для роста численности популяции, в течение всего онтогенеза меняется, различают первичное, вторичное и третичное соотношение полов. Сцепленные с полом признаки очень часто определяют серьезные различия в физиологии и поведении самок и самцов, что приводит в конечном итоге к меньшей выживаемости какого-либо пола и изменению соотношения полов. Соотношение полов в популяции может контролироваться генетическими законами и внешними факторами среды.

Пространственная структура популяции определяется характером размещения особей и их группировок по отношению к отдельным элементам ландшафта и друг к другу и отражает свойственный виду тип использования территории. Пространственная структурированность определяет наиболее эффективное использование ресурсов среды, снижая уровень конкуренции между особями внутри популяции. В природе встречается несколько типов пространственного распространения особей одной популяции: равномерное, неравномерное случайное и групповое распределение особей.

Равномерное распределение особей в природе встречается крайне редко и возможно в условиях стабильной среды обитания. Чаще всего в естественных условиях наблюдается неравномерное расселение организмов как результат неоднородности среды и особенностей биологии вида. Диффузный тип распределения особей характеризуется случайным размещением особей в пространстве, расстояния между ними неодинаковы. Агрегированный (мозаичный) тип распределения выражается в образовании группировок особей, между которыми остаются достаточно большие незаселенные территории. Биологически это связано с резкой неоднородностью среды или с выраженной социальной структурой, что характерно для высших животных. У растений скопления особей могут возникать в результате вегетативного размножения.

Видам с оседлым образом жизни характерен интенсивный тип использования территории. При этом отдельные особи или группировки в течение длительного времени эксплуатируют ресурсы на ограниченном пространстве. Для видов с кочующим образом жизни характерен экстенсивный тип использования территории, при котором кормовые ресурсы используются обычно многочисленными группами особей, постоянно перемещающимися в пределах обширной территории.

Для видов с оседлым одиночно-семейным образом жизни принцип пространственной организации популяции заключается в формировании системы индивидуальных (семейных) участков обитания, которые используются в течение длительного времени. Важной особенностью любого вида животного является еще одна структурная составляющая его территориального распределения – пространственно-этологическая структура. Поведенческие аспекты играют важную роль в существовании популяции и определяются характером объединений, свойственных данному животному.

### **Вопросы и задания для контроля знаний.**

**Задание 1.** Определите, какие группы организмов являются популяцией? Какие из них можно считать географическими популяциями? Какие из них можно считать экологическими популяциями?

а) группа белых медведей в зоопарке, б) семья волков, в) окуни в озере, г) пшеница на поле, д) улитки одного вида в одном горном ущелье, е) птичий базар, ж) бурые медведи на о-ве Сахалин, з) стадо оленей, и) благородные олени в Крыму, к) колония грачей в городе Казани, л) все растения ельника, м) колония грачей в Балтасинском районе РТ.

**Задание 2.** Чтобы оценить численность форели озерной (*Salmo trutta*) в небольшом озере, был проведен контрольный отлов, при котором в сеть попали 625 особей. Все они были помечены и выпущены обратно. Через три недели повторным отловом поймано 873 половозрелые форели, из которых 98 имели метки. Определите общую численность популяции форели озерной в данном водоеме.

### **Тема 6. Динамические характеристики популяции.**

**Аннотация:** Динамические характеристики популяции и их значения в жизнедеятельности популяций. Рождаемость, смертность, численность, скорость роста популяции. Кривая выживания.

**Ключевые слова:** популяция, рождаемость, смертность, прирост популяции, скорость роста численности, интенсивность иммиграции и эмиграции, кривая выживания

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

1. Изучить лекцию по теме.
2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

### **Источники информации:**

Основная литература:

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология особи, популяции и сообщества. - М., Мир, т.1. 1989. – Глава 4, с. 207-230. Глава 10, с. 473-502.
2. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 6, с. 77-80.
3. Ручин А.Б. Экология популяций и сообществ. -М.: Издательский центр «Академия», 2006. – Глава 6, с. 99-120.
4. Шилов И.А. Экология. – М., Юрайт, 2011. – Глава 12.
5. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 8, с.257- 278.

#### Интернет-ресурсы

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии

6. Ибрагимова К.К., Рахимов И.И., Зиятдинова А.И. Словарь-справочник терминов по экологии и охране природы. Казань: Изд-во "Отечество", 2012. -147с.  
[http://kpfu.ru/main?p\\_id=29207&p\\_lang=&p\\_type=9&p\\_pub\\_type=21](http://kpfu.ru/main?p_id=29207&p_lang=&p_type=9&p_pub_type=21)

#### Глоссарий.

**БИОТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ** – теоретически возможное потомство от одной пары особей.

**ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИИ** - соотношение в популяции особей разного возраста.

**ГОМЕОСТАЗ ПОПУЛЯЦИИ** — это способность популяции поддерживать оптимальную в данных условиях численность.

**ДЕМОЭКОЛОГИЯ** — экология популяций; изучает динамику популяций, описывает и устанавливает причины колебания численности различных видов.

**ЛИМИТИРУЮЩИЙ ФАКТОР** - фактор, в первую очередь ответственный за ограничение роста и (или) размножение организма или популяции.

**ПЛОТНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ** - число особей (или биомасса) популяции на единицу пространства или объема.

**ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ВОЛНЫ**— периодические и непериодические колебания численности популяций под влиянием абиотических и биотических факторов среды, свойственные всем видам.

**РОСТ ПОПУЛЯЦИИ** — разница между рождаемостью и смертностью. Он может быть как положительным, так и отрицательным.

**ЧИСЛЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ** — это общее количество особей на данной территории или в данном объеме.

### **Вопросы для изучения по теме:**

1. Динамические характеристики популяции: рождаемость, смертность, прирост популяции, скорость роста численности, интенсивность иммиграции и эмиграции.
2. Когортные и статические таблицы выживания (дожития): способы их построения. Расчет ожидаемой продолжительности дальнейшей жизни для разных возрастов.
3. Основные типы кривых выживания и их распространенность среди различных групп организмов.

### **Краткое изложение теоретического материала**

Рождаемость – число особей, появившихся на свет за определенное время (год) на конкретное число самок (100 или 1000). Рассматривают абсолютную, удельную, физиологическую и экологическую рождаемость. Смертность – количество погибших за определенное время на определенное количество особей, различают абсолютную и удельную. Прирост популяции – разница между рождаемостью и смертностью. Может иметь положительные и отрицательные значения. Темп роста популяции – средний прирост за единицу времени. Плотность популяции – число особей, приходящееся на единицу площади или объема.

Динамические показатели способны влиять на численность популяции.

Для изучения закономерностей динамики популяций составляются таблицы выживания. В этих таблицах строками отражаются классы возраста, а в столбцах показывается число особей, которые сохранились или погибли. Величина градаций классов зависит от продолжительности жизни изучаемых организмов (т. е. от биологического времени). Для человека используют интервал в 5 лет, для многих насекомых – одну неделю. Если есть возможность длительное время следить за динамикой вымирания особей в популяциях (регистрировать возраст наступления смерти всех членов одной возрастной когорты), то составляют динамические таблицы выживания. Однако для долгоживущих или подвижных видов получить данные для построения динамических таблиц крайне трудно. По этой причине составляют таблицы выживания на основании краткосрочных наблюдений за смертностью во всех возрастных группах. Такие таблицы называются статическими, их пример – данные о демографии женской части населения Канады.

На основе таблиц выживания или статических демографических таблиц строят кривые выживания. Р. Перль предложил различать три типа таких кривых. Кривая I типа, сильно выпуклая, соответствует ситуации, когда смертность ничтожно мала в молодом и среднем возрасте, но в старом возрасте быстро увеличивается и все особи погибают за короткий срок. К кривой этого типа приближается кривая выживания человека в развитых странах. Кривая II типа, диагональная, представляет ситуацию, когда во всех возрастных классах смертность особей одинакова. Такова динамика популяций многих рыб, пресмыкающихся, птиц, многолетних травянистых растений. Кривая III типа, сильно вогнутая, выражает другой случай – массовую гибель особей в начальный период жизни, а затем низкую смертность выживших особей. Ей соответствует возрастная динамика большинства видов деревьев: высока смертность всходов и происходит интенсивное самоизреживание молодых растений.

Существует понятие «минимальная жизненная популяция» (МЖП), которым обозначается минимальное число особей в популяции, обеспечивающее устойчивое ее существование во времени. Точное определение МЖП невозможно, так как устойчивость популяции зависит от адаптивного потенциала вида и колебаний условий среды. Тем не менее считается, что для популяций крупных организмов (львы, волки, деревья) МЖП составляет сотни особей, а для мелких насекомых – тысячи и десятки тысяч.

### **Вопросы и задания для контроля знаний**

**Задание 1.** Выберите правильные суждения:

- а) популяция, состоящая из неодинаковых особей, более устойчива;
- б) каждая популяция имеет четко очерченные границы;
- в) предел плотности популяции определяется количеством самого дефицитного ресурса;
- г) у видов с однократным размножением и короткими жизненными циклами в течение года сменяется несколько поколений;
- д) между отдельными популяциями одного вида никогда не осуществляется обмен отдельными особями;
- е) популяции одних и тех же видов в различных условиях обитания могут характеризоваться разным ходом динамики численности.

## **Тема 7. Рост численности популяции и регуляция численности в природе.**

**Аннотация:** Основные закономерности динамики популяций. Количественные показатели популяции, изменения ее численности. Лимитирующие факторы среды. Прирост популяции.

**Ключевые слова:** популяция, прирост популяции, скорость роста численности, лимитирующие факторы.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

1. Изучить лекцию по теме.

2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

### **Источники информации:**

#### Основная литература:

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология особи, популяции и сообщества. - М., Мир, т.1, Глава 4, с. 207-230. Глава 10, с. 473-502.
2. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 6, с. 77-80.
3. Ручин А.Б. Экология популяций и сообществ. -М.: Издательский центр «Академия», 2006. – Глава 7, с. 121-124.
4. Шилов И.А. Экология. – М., Юрайт, 2011. – Глава 11-12.
5. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 8, с.278 – 302.

#### Интернет-ресурсы

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии
2. [ecportal.ru/books.php](http://ecportal.ru/books.php) всероссийский экологический портал

### **Глоссарий.**

**БИОТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ** – теоретически возможное потомство от одной пары особей.

**ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИИ** - соотношение в популяции особей разного возраста.

**ГОМЕОСТАЗ ПОПУЛЯЦИИ** — это способность популяции поддерживать оптимальную в данных условиях численность.

**ДЕМОЭКОЛОГИЯ** — экология популяций; изучает динамику популяций, описывает и устанавливает причины колебания численности различных видов.

**ЛИМИТИРУЮЩИЙ ФАКТОР** - фактор, в первую очередь ответственный за ограничение роста и (или) размножение организма или популяции.

**ПЛОТНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ** - число особей (или биомасса) популяции на единицу пространства или объема.

**ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ВОЛНЫ**— периодические и непериодические колебания численности популяций под влиянием абиотических и биотических факторов среды, свойственные всем видам.

**РОСТ ПОПУЛЯЦИИ** — разница между рождаемостью и смертностью. Он может быть как положительным, так и отрицательным.

**ЧИСЛЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ** — это общее количество особей на данной территории или в данном объеме.

**Вопросы для изучения по теме:**

1. Экспоненциальный рост численности популяции. Условия роста по экспоненте.
2. Логистический рост численности популяции. Условия логистического роста.
3. Ограничение популяций ресурсами, прессом хищников и паразитов. Факторы, зависящие от плотности популяции.
4. Лимитирующая роль климатических условий. Почему действие на популяцию большинства абиотических факторов среды не считают регуляцией численности? Модифицирующие факторы.
5. Разные типы возрастной структуры популяций и их связь с динамикой численности. Типы динамики численности популяции.

**Краткое изложение теоретического материала.**

Известно несколько сценариев роста численности популяций при освоении ими новых мест обитания. Наиболее известны 2 – модель экспоненциального роста и модель логистического роста. Модель экспоненциального роста описывается J-образной кривой: в условиях постоянного поступления ресурсов скорость роста популяции увеличивается и кривая взмывает вверх. В природе экспоненциальный рост численности популяций наблюдается в сравнительно кратковременные

периоды их жизни при особо благоприятных условиях, когда постоянно пополняются ресурсы.

Если территория, пригодная для обитания популяции, достаточно велика, то она может осуществлять широкую экспансию и при этом длительное время увеличивать численность. Пример такого сценария роста по экспоненте интродукция в Австралию европейских кроликов. Причина - неограниченность ресурсов местообитания.

Логистическая модель роста популяций, которую можно графически изобразить в виде S-образной кривой, была предложена бельгийским математиком П. Ферхюльстом в начале 19 в. Кривая описывает рост численности популяций в условиях ограниченных ресурсов, хотя причины снижения роста могут быть различными – высокая скученность, отравление мест обитания метаболитами и др.

С увеличением плотности популяции активизируются процессы, приводящие, в конечном счете, к снижению численности. В первую очередь, возрастает конкуренция за все ресурсы. По материалам наблюдений в природе и за лабораторными животными известен факт увеличения агрессивности, стресса, что приводит к снижению размножения. При высокой плотности в популяциях резко обостряются отношения типа «хищник – жертва», хищникам легче поймать свою жертву, если плотность их популяции высока. Высокая плотность способствует быстрому распространению возбудителей различных заболеваний, таким образом, возникает инфекция, которая может привести к снижению численности, вплоть до полного уничтожения популяции. Факторы, регулирующие численность популяции, возвращающие ее к норме из состояния переуплотнения, - это в основном внутривидовые и межвидовые отношения, т.е. биотические связи. Именно они удерживают плотность популяции в определенных пределах, не допуская до критического состояния – подрыва ресурсов.

Таким образом, одни регулирующие факторы останавливают рост плотности популяций почти сразу же, другие – с опозданием. От этого и зависит тип динамики численности. Если преобладает запаздывающая регуляция или вид на время освобождается от действия врагов, возникают взрывы численности.

Абиотические факторы не могут регулировать численность популяций, а обладают лишь модифицирующим действием.

Антропогенные факторы ослабляют регуляторные связи в природе. Яркий пример этому – распространение сельскохозяйственных вредителей. До возникновения промышленного земледелия виды, которые сейчас являются вредителями, не были ими, потому что не размножались в таких количествах, находясь под влиянием многочисленных регуляторов. При сплошной распашке земель, в обедненных видами сообществах тип динамики численности многих насекомых, питающихся культурными растениями, превратился из стабильного в сильно изменчивый или взрывной, доставляя много неприятностей человеку.

Современные представления о динамике популяций дают возможность предсказывать ход численности отдельных видов, а также усиливать или ослаблять регуляторные связи в управлении их численностью. Обязательным условием для этого является глубокая изученность экологических связей конкретных популяций.

### **Вопросы и задания для контроля знаний.**

1. Что нужно знать о виде, чтобы с достаточной вероятностью прогнозировать его численность?
2. Какие изменения в возрастной и половой структуре популяции серой крысы желательны с точки зрения человека, старающегося сократить ее численность?
3. В результате самоизреживания елей в густых посадках число деревьев на 1 га составляло: в 20-летних насаждениях – 6720, в 40-летних – 2380, в 60-летних – 1170, в 80-летних – 755, в столетних – 555, а в 120-летних – 465. Начертите график уменьшения стволов елей в лесу при увеличении возраста. Рассчитайте

площадь, приходящуюся на одно дерево в разном возрасте. В какой период самоизреживание деревьев происходит наиболее интенсивно? Не стоит ли заранее высаживать ели разреженно? Объясните, почему – да или почему – нет.

### **Тема 8. Биоценоз, биогеоценоз и экосистема.**

**Аннотация:** Естественные сообщества организмов. Биотоп, биоценоз. Экосистема. Понятие о биогеоценозе по В.Н. Сукачеву и экосистеме по А.Тенсли. Состав и структура естественных природных сообществ.

**Ключевые слова:** экосистема, биогеоценоз, биоценоз, биотоп, продуценты, консументы, редуценты.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

1. Изучить лекцию по теме.
2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

### **Источники информации:**

Основная литература:

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология особи, популяции и сообщества. - М., Мир, т.1. - 1989. – Глава 16, с. 113- 120.Глава 17, с. 160 – 209.
2. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 7, с. 81-93.
3. Ручин А.Б. Экология популяций и сообществ. -М.: Издательский центр «Академия», 2006. – Глава 1, с. 246-250.
4. Шилов И.А. Экология. – М., Юрайт, 2011. – Глава 13.
5. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 9, с.302 – 313.

## Интернет-ресурсы

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии
2. [ecportal.su/books.php](http://ecportal.su/books.php) всероссийский экологический портал
3. Ибрагимова К.К., Рахимов И.И., Зиятдинова А.И. Словарь-справочник терминов по экологии и охране природы. Казань: Изд-во "Отечество", 2012. - 147с.  
[http://kpfu.ru/main?p\\_id=29207&p\\_lang=&p\\_type=9&p\\_pub\\_type=21](http://kpfu.ru/main?p_id=29207&p_lang=&p_type=9&p_pub_type=21)

### Глоссарий.

**АВТОТРОФНЫЕ ОРГАНИЗМЫ (автотрофы)** (греч. *autos* — сам, *trophe* — питание) — это организмы, синтезирующие органическое вещество из неорганического за счет энергии Солнца зелеными растениями (при фотосинтезе) или энергии окисления некоторых неорганических соединений отдельными видами микроорганизмов (при хемосинтезе).

**АУТЭКОЛОГИЯ** — экология особей и видов; изучает взаимоотношения организма (вида, особи) с окружающей средой и исследует действие среды на морфологию, физиологию и поведение организмов.

**БИОГЕОЦЕНОЗ** (от греч. *bios* - жизнь, *ge* - земля и *koinos* - общий) - эволюционно сложившаяся, относительно пространственно ограниченная, природная система функционально взаимосвязанных живых организмов и окружающей их абиотической среды.

**БИОТА** (греч. *biote* — жизнь) - исторически сложившаяся совокупность живых организмов, объединенных общей областью распространения, обитающих на какой-то крупной территории, изолированной любыми (напр., биогеографическими) барьерами.

**БИОТОП** - относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом.

**БИОЦЕНОЗ** - совокупность растений, грибов, животных и микроорганизмов, имеющая определенный состав и сложившийся характер взаимоотношений как между собой, так и со средой.

**ГЕТЕРОТРОФЫ** (греч. *heteros* - иной, другой, *trohpe* — питание) - микроорганизмы, животные, некоторые растения и грибы, питающиеся готовыми органическими веществами.

**ЗООЦЕНОЗ** - это совокупность животных, совместно обитающих при определенных условиях. З. может возникать между различными видами за счет привлечения одних животных другими, и взаимосвязь в зооценозе чаще носит односторонний характер (например, паразиты и хозяин).

**ПИЩЕВАЯ (ТРОФИЧЕСКАЯ) ЦЕПЬ** — перенос энергии и вещества в ряду живых организмов при поедании последующим элементом цепи предыдущего.

**ПРОДУЦЕНТ(Ы)** — (от лат. *producentis* - производящий, создающий) автотрофы и хемотрофы, производящие органическое вещество из неорганических соединений. Основные продуценты в водных и наземных экосистемах — зеленые растения.

**РЕДУЦЕНТЫ** (от лат. *reducentis* — возвращающий) — организмы (бактерии и грибы), питающиеся мертвым органическим веществом и подвергающие его минерализации, то есть разрушению до неорганических соединений, которые затем используются продуцентами.

**ЭКОСИСТЕМА** (от греч. *oikos* — дом и *systema* — сочетание, объединение) — совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом и образующих систему взаимообусловленных биологических и абиотических явлений и процессов.

**ЭКОТОП** — место обитания сообщества живых организмов, включающие совокупность абиотических компонентов среды обитания.

### **Вопросы для изучения по теме.**

1. Понятие о биоценозе. Структура сообществ.
2. Видовая структура биоценоза. Видовое разнообразие как интегральная характеристика сообщества.
3. Показатели обилия видов. Кривые значимости и их составление. Различные типы рангового распределения обилия видов, входящих в сообщество.

4. Понятие о биогеоценозе по В.Н. Сукачеву

5. Понятие об экосистеме по А.Тенсли.

### **Краткое изложение теоретического материала**

Совокупность совместно живущих и связанных друг с другом видов называют биоценозом. («биос» - жизнь, «ценос» - общий, лат.) Впервые этот термин использовал немецкий зоолог К.Мебиус в 1877 г., который, изучая устричные банки – морские отмели, пришел к выводу, что каждая из банок представляет собой сообщество живых существ, все члены которого находятся в тесной взаимосвязи. В биоценозе совместно обитающие виды приспособлены к комплексу абиотических условий и поддерживают свое существование через связи друг с другом. Таким образом, вся живая природа состоит не только из отдельных организмов и видов, но и из разнообразных биоценозов, в которые группируются представители разных видов. Биоценозы, как и популяции, это надорганизменный уровень организации жизни.

Любой биоценоз – сложная природная система, которая поддерживается за счет связей между видами и имеет сложную внутреннюю структуру. В первую очередь, для биоценоза характерна сложная видовая структура. Виды, входящие в биоценоз, очень неравноценны по численности. Есть среди них массовые – доминантные виды.

Массовые виды составляют ядро сообщества. Ряд видов достигает высокой численности лишь периодически, временами включаются в состав доминантов. Малочисленные виды являются резервными для биоценоза.

Соотношение видов по численности создает закономерную для каждого типа биоценоза видовую структуру. Для биоценоза характерно также закономерное распределение видов в пространстве. Основу такого распределения формирует растительность. Растения в результате конкуренции за свет создают ярусность, располагая свою листву и стебли в соответствии со своей формой роста и светолюбием. В лесах умеренного климата может быть до 5-6 ярусов. Животные приурочены, как правило, к определенным ярусам растений, однако, в силу своей подвижности, разные виды животных могут

обитать в нескольких ярусах.

Для видового разнообразия биоценозов важно также, однородно или мозаично распределена растительность на территории. В биоценозах живые организмы теснейшим образом связаны не только друг с другом, но и с неживой природой. Связь эта выражается через вещество и энергию. Поступление пищи, воды, кислорода в живые организмы – это потоки вещества из окружающей среды. Пища содержит энергию, необходимую для работы клеток и органов. Растения напрямую усваивают энергию солнечного света, запасают ее в виде химических связей органических соединений, а затем она перераспределяется через пищевые отношения в биоценозах.

Любую совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может поддерживаться круговорот вещества, называют экосистемой. Это понятие было введено в 1936 г. английским ботаником Артуром Тенсли. Природные экосистемы могут быть разного объема и протяженности: небольшая лужа с ее обитателями, пруд, океан, луг, роща, тайга, степь – все это разнообразные экосистемы. Любая экосистема включает живую часть – биоценоз и его неживое окружение. Более мелкие экосистемы входят в состав более крупных, вплоть до общей экосистемы Земли. Общий биологический круговорот веществ на планете также складывается из взаимодействия более частных круговоротов.

### **Вопросы и задания по контролю знаний**

1. Сравните два понятия: биогеоценоз и экосистема.
2. Биоценоз – это сложная природная система.
3. Концепция континуума.
4. Понятие об экотоне.
5. Опущечный эффект. Привести примеры.
6. Различные типы пищевых цепей (детритная, пастбищная).
7. Роль продуцентов, консументов и редуцентов в экосистеме.

## **Тема 9. Закономерности функционирования экосистем**

**Аннотация:** Структура экосистем и основных параметрах существования естественных природных сообществ. Продуценты, консументы и редуценты. Трофические уровни. Пищевые цепи. Продуктивность экосистем. Биомасса.

**Ключевые слова:** экосистема, пищевая цепь, трофический уровень, биомасса, продуктивность экосистем, первичная продукция.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

1. Изучить лекцию по теме.
2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

### **Источники информации:**

#### Основная литература:

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология особи, популяции и сообщества. - М., Мир, т.2, 1989. – Глава 17, с. 160-209.
2. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 7, с. 94-100.
3. Ручин А.Б. Экология популяций и сообществ. -М.: Издательский центр «Академия», 2006. – Глава 11-13, с. 246-286.
4. Шилов И.А. Экология. – М., Юрайт, 2011. – Глава 13-15.
5. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 9, с. 307- 321.

#### Интернет-ресурсы

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии
2. [ecportal.su/books.php](http://ecportal.su/books.php) всероссийский экологический портал

### **Глоссарий.**

**АВТОТРОФНЫЕ ОРГАНИЗМЫ (автотрофы)** (греч. *autos* — сам, *trophe* — питание) — это организмы, синтезирующие органическое вещество из неорганического за счет энергии Солнца зелеными растениями (при фотосинтезе) или энергии окисления некоторых неорганических соединений отдельными видами микроорганизмов (при хемосинтезе).

**БИОГЕОЦЕНОЗ** (от греч. *bios* - жизнь, *ge* - земля и *koinos* - общий ) - эволюционно сложившаяся, относительно пространственно ограниченная, природная система функционально взаимосвязанных живых организмов и окружающей их абиотической среды.

**БИОТОП** - относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом.

**БИОЦЕНОЗ** - совокупность растений, грибов, животных и микроорганизмов, имеющая определенный состав и сложившийся характер взаимоотношений как между собой, так и со средой.

**ГЕТЕРОТРОФЫ** (греч. *heteros* - иной, другой, *trophe* — питание) - микроорганизмы, животные, некоторые растения и грибы, питающиеся готовыми органическими веществами.

**ДЕТРИТОФАГИ** (от лат. *detritus* - истертый и греч. *phagos* - пожирающий) - разнообразные организмы, питающиеся мертвым органическим веществом - детритом.

**ПИЩЕВАЯ (ТРОФИЧЕСКАЯ) ЦЕПЬ** — перенос энергии и вещества в ряду живых организмов при поедании последующим элементом цепи предыдущего.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКАЯ** (от лат. *producere* - производить, создавать) - скорость накопления биомассы, т.е. производимая популяцией или сообществом биомасса на единице площади за единицу времени; полная или валовая первичная продуктивность должна включать также энергию и биогенные летучие вещества (газы, аэрозоли).

**ПРОДУЦЕНТ(Ы)** — (от лат. *producentis* - производящий, создающий) автотрофы и хемотрофы, производящие органическое вещество из

неорганических соединений. Основные продуценты в водных и наземных экосистемах — зеленые растения.

**РЕДУЦЕНТЫ** (от лат. *redycentis* — возвращающий) — организмы (бактерии и грибы), питающиеся мертвым органическим веществом и подвергающие его минерализации, то есть разрушению до неорганических соединений, которые затем используются продуцентами.

**САПРОТРОФ (САПРОФАГ)** (от греч. *saprōs* — гнилой и *trophē*- питание) — гетеротрофные организмы, использующие для питания органические соединения мертвых тел или выделения (экскременты) животных.

**САПРОФИТ** – сапротрофное растение, питающееся мертвым разлагающимся органическим веществом. К сапрофитам относят большинство бактерий и грибы.

**ЭКОСИСТЕМА** (от греч. *oikos* — дом и *systema* — сочетание, объединение) — совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом и образующих систему взаимообусловленных биологических и абиотических явлений и процессов.

#### **Вопросы для изучения по теме:**

1. Экосистема как функциональная и структурная единица биосферы.
2. Основные функциональные группы организмов в экосистеме.
3. Продуценты, консументы и редуценты. Условность границы между консументами и редуцентами. Биотрофы и сапротрофы.
4. Биомасса и продукция. Первичная продукция: чистая, валовая. Лимитирование первичной продукции различными факторами (освещенностью, температурой, влажностью, концентрацией биогенных элементов).
5. Пастбищная и детритная пищевые цепи. Трофические уровни.

#### **Краткое изложение теоретического материала**

В биоценозах живые организмы теснейшим образом связаны не только друг с другом, но и с неживой природой. Связь эта выражается через вещество и энергию. Поступление пищи, воды, кислорода в живые организмы – это

потоки вещества из окружающей среды. Пища содержит энергию, необходимую для работы клеток и органов. Растения напрямую усваивают энергию солнечного света, запасают ее в виде химических связей органических соединений, а затем она перераспределяется через пищевые отношения в биоценозах.

Потоки вещества и энергии через живые организмы в процессах метаболизма очень велики. Человек, например, за свою жизнь потребляет десятки тонн еды и питья, а через легкие – многие миллионы литров воздуха. Многие организмы взаимодействуют со средой еще более интенсивно. Растения на создание каждого грамма своей массы тратят от 200 до 800 и более граммов воды, которую они добывают из почвы и испаряют в атмосферу.

При такой интенсивности потоков вещества из неорганической природы в живые тела запасы необходимых для жизни биогенных элементов давно были бы исчерпаны на Земле. Однако жизнь не прекращается, потому что биогенные элементы постоянно возвращаются в окружающую организмы среду. Происходит это в биоценозах, где в результате пищевых отношений между видами синтезированные растениями органические вещества разрушаются в конце концов вновь до таких соединений, которые могут быть снова использованы растениями. Так возникает биологический круговорот веществ.

Экосистема может обеспечить круговорот вещества только в том случае, если включает необходимые для этого четыре составные части: запасы биогенных элементов, продуценты, консументы и редуценты.

В отличие от химических элементов, многократно вовлекаемых в живые тела, энергия солнечных лучей, задержанная зелеными растениями, не может использоваться организмами бесконечно.

По второму закону термодинамики энергия при превращениях из одного состояния в другое, т.е. при совершении работы, частично переходит в тепловую форму и рассеивается в окружающей среде. Сложная работа клеток и органов сопровождается потерями энергии из организма. Каждый цикл

круговорота веществ, зависящий от активности живых организмов, требует все новых поступлений энергии.

Четыре основных компонента экосистемы: продуценты, консументы, редуценты и запас биогенных элементов составляют трофическую структуру экосистемы. Последовательность компонентов в природе представлена в виде пищевых цепей, где от одного блока к другому передается вещество и энергия. Экологами различаются два типа пищевых цепей: пастбищная и детритная.

Пастбищная цепь (цепь выедания) всегда начинается с автотрофного хлорофилльного растения и заканчиваются хищниками, может рассматриваться как процесс синтеза и трансформации органического вещества.

Детритная цепь (цепь разложения) начинаются с мертвого органического вещества, представляет собой процесс поэтапной деструкции и минерализации органических веществ.

Важным свойством организмов, их популяций и экосистем в целом является их способность к созданию (продуцированию) органического вещества, которое называют продукцией. Все живое вещество, которое содержится в экосистеме или ее элементах вне зависимости от того, за какой период оно образовалось и накопилось, называют биомассой. Обычно биомасса и продукция выражается через абсолютно сухой вес. Это важный параметр, так как им определяется общий поток энергии через биотический компонент экосистемы, а значит, и количество (биомасса) живых организмов, которые могут существовать в экосистеме.

### **Вопросы и задания по контролю знаний**

1. Различия типов пищевых цепей (детритная, пастбищная).
2. Роль продуцентов, консументов и редуцентов в экосистеме.
3. Доминантные виды.

Задание 1. Составьте пять цепей питания. Все они должны начаться с растений (их частей) или мертвых органических остатков (детрита). Промежуточным звеном в первом случае должен быть дождевой червь, во втором — личинка

комара в пресном водоеме, в третьем — комнатная муха, в четвертом — личинка майского жука, в пятом — инфузория-туфелька. Все цепи питания должны заканчиваться человеком. Предложите наиболее длинные варианты цепей. Почему количество звеньев не превышает 6—7?

## **Тема 10. Круговорот веществ и поток энергии в экосистемах.**

**Аннотация:** Трофические связи, пищевые цепи. Перенос и трансформации энергии в экологических системах. Круговорот веществ в экосистеме. продуктивность экосистем. Биомасса. Правило 10 %.

**Ключевые слова:** круговорот веществ и энергии, экологическая пирамида, биомасса, продуктивность экосистем, первичная и вторичная продукция, правило 10%, .

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

1. Изучить лекцию по теме.
2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

### **Источники информации:**

Основная литература:

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология особи, популяции и сообщества. - М., Мир, т.2, 1989. – 160- 209.
2. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 7, с. 81-93.
3. Ручин А.Б. Экология популяций и сообществ. -М.: Издательский центр «Академия», 2006. – Глава 11, с. 246-260.
4. Шилов И.А. Экология. – М., Юрайт, 2011. – Глава 15.

5. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 9, с. 307- 313.

#### Интернет-ресурсы

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии
2. [ecportal.ru/books.php](http://ecportal.ru/books.php) всероссийский экологический портал
3. [dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog](http://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog) словари и энциклопедии на Академике

#### Глоссарий.

**БИОМАССА** - выраженное в единицах массы количество функционирующего живого вещества, суммарная масса особей вида, группы видов или сообщества организмов, выражаемая обычно в единицах массы сухого или сырого вещества, отнесенных к единицам площади или объема любого местообитания.

**БИОТОП** - относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом.

**БИОЦЕНОЗ** - совокупность растений, грибов, животных и микроорганизмов, имеющая определенный состав и сложившийся характер взаимоотношений как между собой, так и со средой.

**ГЕТЕРОТРОФЫ** (греч. *heteros* - иной, другой, *trohpe* — питание) - микроорганизмы, животные, некоторые растения и грибы, питающиеся готовыми органическими веществами.

**ДЕТРИТОФАГИ** (от лат. *detritus* - истертый и греч. *phagos* - пожирающий) - разнообразные организмы, питающиеся мертвым органическим веществом - детритом.

**ПИЩЕВАЯ (ТРОФИЧЕСКАЯ) ЦЕПЬ** — перенос энергии и вещества в ряду живых организмов при поедании последующим элементом цепи предыдущего.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКАЯ** (от лат. *producere* - производить, создавать) - скорость накопления биомассы, т.е. производимая популяцией или сообществом биомасса на единице площади за единицу времени; полная или валовая первичная продуктивность должна включать также энергию и биогенные летучие вещества (газы, аэрозоли).

**ПРОДУЦЕНТ(Ы)** — (от лат. *producentis* - производящий, создающий) автотрофы и хемотрофы, производящие органическое вещество из неорганических соединений. Основные продуценты в водных и наземных экосистемах — зеленые растения.

**РЕДУЦЕНТЫ** (от лат. *redycentis* — возвращающий) — организмы (бактерии и грибы), питающиеся мертвым органическим веществом и подвергающие его минерализации, то есть разрушению до неорганических соединений, которые затем используются продуцентами.

**САПРОТРОФ (САПРОФАГ)** (от греч. *saprōs* — гнилой и *trophē*- питание) — гетеротрофные организмы, использующие для питания органические соединения мертвых тел или выделения (экскременты) животных.

**САПРОФИТ** – сапротрофное растение, питающееся мертвым разлагающимся органическим веществом. К сапрофитам относят большинство бактерий и грибы.

**ЭКОСИСТЕМА** (от греч. *oikos* — дом и *systema* — сочетание, объединение) — совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом и образующих систему взаимообусловленных биологических и абиотических явлений и процессов.

#### **Вопросы для изучения по теме:**

1. Круговорот веществ и поток энергии в экосистемах.
2. Пирамида чисел, пирамида биомасс, пирамида продуктивности.
3. Правило 10%.
4. Первичная и вторичная продуктивность.
5. Круговорот веществ и энергии в экосистеме.
6. Естественные и искусственные экосистемы.

#### **Краткое изложение теоретического материала.**

В конкретных цепях питания можно рассчитать передачу той энергии, которая заключена в растительной пище. Растения связывают в процессе

фотосинтеза в среднем около 1% энергии света. Остальные 99% солнечной энергии отражаются земной поверхностью, превращаются в тепло, расходуются на испарение воды. Животное, съевшее растение, использует на построение своего тела не всю запасенную им энергию. Лишь небольшая часть усвоенной пищи идет на рост, т.е. на построение новых тканей, на запасы в виде отложения жиров. У молодых эта доля несколько больше, чем у взрослых.

Хищник, съевший растительноядное животное, представляет третий трофический уровень. Он получает только ту энергию из накопленной растением, которая задержалась в теле его жертвы в виде прироста массы.

Подсчитано, что на каждом этапе передачи вещества и энергии по пищевой цепи теряется примерно 90%, и только около одной десятой доли переходит к очередному потребителю. Это правило передачи энергии в пищевых цепях организмов называют правилом 10%. Закон был сформулирован в 1942 г. Р. Линдеманом.

Представителям четвертого трофического уровня (например, хищнику, поедающему другого хищника) достанется только около одной тысячной доли той энергии, усвоенной растением, с которого начиналась пищевая цепь. Поэтому отдельные цепи питания в природе не могут иметь слишком много звеньев (обычно не больше 5), энергия в них быстро иссякает.

Если оценить продукцию в последовательных трофических уровнях в любом биоценозе, получится убывающий ряд чисел, каждое из которых примерно в 10 раз меньше предыдущего. Этот ряд можно выразить графически в виде пирамиды с широким основанием и узкой вершиной. Поэтому закономерности создания биомассы в цепях питания экологи называют правилом пирамиды биологической продукции. Соотношение биомасс разных трофических уровней может быть различным, потому что биомасса – это запас имеющихся в данный момент организмов. Например, в океанах одноклеточные водоросли делятся с большой скоростью и дают очень высокую продукцию. Однако их общее количество меняется мало, потому что с высокой скоростью их поедают различные фильтраторы. Рыбы, головоногие моллюски, крупные

ракообразные растут и размножаются медленнее, но еще медленнее поедаются врагами, поэтому их биомасса накапливается. Если взвесить все водоросли и всех животных океана, то последние перевесят. Пирамида биомасс в океане оказывается, таким образом, перевернутой. В наземных экосистемах скорость выедания растительного прироста ниже и пирамида биомасс напоминает пирамиду продукции.

Среднее значение первичной продукции по всему земному шару составляет около 3 т сухого вещества на 1 га в год или не более 0,3 кг с 1 м<sup>2</sup> в год. Экосистемы Земли по первичной продуктивности делят обычно на 4 класса:

1. Экосистемы очень высокой продуктивности – 1 м<sup>2</sup> дает более 2 кг первичной продукции. Это тропические леса, экосистемы коралловых рифов, дельты крупных рек, шельфовые зоны теплых морей.

2. Экосистемы с высокой продуктивностью – на 1 м<sup>2</sup> производится 1-2 кг первичной продукции. Экосистемы широколиственных лесов, сельскохозяйственные насаждения (кукуруза на Украине) при орошении способны в суммарном выражении произвести такое количество органического вещества.

3. Экосистемы умеренной продуктивности – 1 м<sup>2</sup> образует 0,25-1 кг органики. Таковы экосистемы смешанных лесов умеренных широт, лугов, морских «лугов» из водорослей в Японском море.

4. Экосистемы низкой продуктивности – 1 м<sup>2</sup> образуют менее 0,25 кг органического вещества. Самые низкопродуктивными считаются экосистемы арктической тундры, экосистемы центра морей и океанов.

Факторами, ограничивающими продуктивность экосистем, являются в первую очередь свет и элементы минерального питания. В наземных сообществах все определяется светом, именно его интенсивность влияет на продукцию автотрофных организмов. Растения земного шара используют в среднем 1% солнечной энергии. В водных экосистемах ограничивающим продуктивность фактором является концентрация биогенных элементов. Особо

важная роль принадлежит азоту и фосфору. В пресноводные водоемы биогенные элементы попадают при выветривании горных пород и с поверхностными стоками.

### **Вопросы и задания по контролю знаний**

Задание 1. Экологи в шутку подсчитали, что для того, чтобы прокормить в течение года одного мальчика весом в 45 кг, достаточно четырех с половиной телят общим весом в 1035 кг, а для них – 20 млн растений люцерны с биомассой в 8,2 тонны. Энергия, заключенная в такой массе люцерны, составляет 14,9 млн калорий, в телятах содержится 1,19 млн калорий, а в мальчике остается из этого количества 8300 калории (мальчик ест мясо, но не кости, шкуру или шерсть, которые также содержат энергию).

Рассчитайте коэффициент полезного действия при передаче энергии в каждом звене пищевой цепи. Какое количество солнечной энергии (в калориях) нужно для поддержания жизни мальчика, если учесть, что КПД продукции люцерны составляет в данном случае 0,24%? Составьте пирамиды биологической продукции и энергии.

Задача 2. Известно, что в аквариуме емкостью 1000 л в течение года образовалось 10 кг чистой первичной продукции. Каждый грамм такой биомассы содержит 100 ккал энергии. Рассчитайте, каким запасом энергии будут обладать консументы третьего порядка данного аквариума

Задача 3. Известно, что чистая первичная продукция в лесу составила 4.6 тонн в год. Рассчитайте, сколько будет энергии у хищников 2-го порядка в данной экосистеме, если 10 кг первичной продукции содержит 5000 ккал энергии.

### **Тема 11. Экологическое равновесие. Динамика экосистем. Сукцессия.**

**Аннотация:** Экологическое равновесие. Динамика экосистем. Необратимые процессы в экосистеме. Смене биогеоценозов. Сукцессия, виды сукцессий. Первичная и вторичная сукцессия.

**Ключевые слова:** сукцессия первичная и вторичная, смена сообществ, динамика экосистем.

## Методические рекомендации по изучению темы.

1. Изучить лекцию по теме.
2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

## Источники информации:

### Основная литература:

1. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 7, с. 94-106.
2. Ручин А.Б. Экология популяций и сообществ. -М.: Издательский центр «Академия», 2006. – Глава 14-15, с. 295-314.
3. Шилов И.А. Экология. – М., Юрайт, 2011. – Глава 15.
4. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 9, с. 321- 335.

### Интернет-ресурсы

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии
2. [ecportal.su/books.php](http://ecportal.su/books.php) всероссийский экологический портал
3. eLIBRARY.RU научная электронная библиотека

## Глоссарий.

**БИОГЕОЦЕНОЗ** (от греч. *bios* - жизнь, *ge* - земля и *koinos* - общий ) - эволюционно сложившаяся, относительно пространственно ограниченная, природная система функционально взаимосвязанных живых организмов и окружающей их абиотической среды.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ** — это прирост биомассы организмов на единицу площади за единицу времени.

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ** — периодически повторяющиеся изменения интенсивности и характера биологических процессов и явлений.

**БИОМАССА** - выраженное в единицах массы количество функционирующего живого вещества, суммарная масса особей вида, группы видов или сообщества организмов, выражаемая обычно в единицах массы сухого или сырого вещества, отнесенных к единицам площади или объема любого местообитания.

**БИОРИТМ** — автономный процесс периодического чередования колебаний (суточных, сезонных и т. д.) интенсивности и характера физиологических процессов и реакций, протекающих в живых организмах.

**ВТОРИЧНАЯ СУКЦЕССИЯ** — это последовательное развитие сообществ, в котором естественная растительность была устранена или сильно нарушена, но почва не была уничтожена.

**ЕМКОСТЬ СРЕДЫ** - число особей или их сообществ, потребности которых могут быть удовлетворены ресурсами данного местообитания без заметного ущерба для его дальнейшего благосостояния.

**КЛИМАКСОВАЯ ЭКОСИСТЕМА** - заключительная стадия экологической сукцессии; экосистема, в которой популяции всех организмов находятся в равновесии друг с другом и с абиотическими факторами.

**КОНСУМЕНТЫ (потребители)** (от лат. *consumo* – потребляю) - это организмы, которые перерабатывают и перестраивают органическое вещество и энергию, запасенную растениями.

**ПИЩЕВАЯ (ТРОФИЧЕСКАЯ) ЦЕПЬ** — перенос энергии и вещества в ряду живых организмов при поедании последующим элементом цепи предыдущего.

**ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ВОЛНЫ**— периодические и непериодические колебания численности популяций под влиянием абиотических и биотических факторов среды, свойственные всем видам.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКАЯ** (от лат. *producere* - производить, создавать) - скорость накопления биомассы, т.е. производимая популяцией или сообществом биомасса на единице площади за единицу времени; полная или валовая первичная продуктивность должна включать также энергию и биогенные летучие вещества (газы, аэрозоли).

**ПРОДУЦЕНТ(Ы)** — (от лат. *producentis* - производящий, создающий) автотрофы и хемотрофы, производящие органическое вещество из неорганических соединений. Основные продуценты в водных и наземных экосистемах — зеленые растения.

**РЕДУЦЕНТЫ** (от лат. *redycentis* — возвращающий) — организмы (бактерии и грибы), питающиеся мертвым органическим веществом и подвергаящие его минерализации, то есть разрушению до неорганических соединений, которые затем используются продуцентами.

**СУКЦЕССИЯ** (от лат. *successio* - преемственность) – последовательная, большей частью необратимая смена биогеоценозов, преемственно сменяющихся на одной и той же территории в результате влияния внутренних (С. автогенная, или аутогенная) и/или внешних (С. аллогенная) факторов.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША** — это положение вида, которое он занимает в общей системе биоценозов, которое определяется функциональными связями вида, его пространственным расположением и требованиями к абиотическим факторам среды.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПИРАМИДА** — графическое изображение соотношения различных трофических уровней. Основанием пирамиды служит уровень продуцентов. Может быть трех типов: пирамида чисел, пирамида энергии, пирамида биомассы.

**Вопросы для изучения по теме:**

1. Обратимые и необратимые изменения в экосистеме.
2. Сукцессия и ее основные причины.
3. Первичные и вторичные сукцессии.
4. Автотрофные и гетеротрофные сукцессии.
5. Основные закономерности сукцессии. Продуктивность экосистем на разных этапах сукцессии.
6. С чем связана смена доминантов в ходе сукцессии?

## **Краткое изложение теоретического материала.**

Экологическое равновесие – это состояние экосистемы, при котором состав и продуктивность биотической части (растений, животных, грибов, бактерий, водорослей) в каждый конкретный момент времени наиболее полно соответствует абиотическим условиям – почве и климату. Главная особенность экологического равновесия – его подвижность. Различают два типа подвижности равновесия:

- Обратимые изменения в экосистеме. Это изменения экосистемы в течение года с весны до весны, при колебаниях климатических условий в разные годы и изменении роли некоторых видов. Например, массовый урожай семян дуба бывает 1 раз в 7-8 лет, массовое развитие клевера на лугах также периодически, вспышки численности мышей в степи или непарного шелкопряда в лесу. При таких изменениях сохраняется видовой состав, экосистема лишь подстраивается к колебаниям внешних или внутренних факторов.

- Необратимые изменения в экосистеме. Это внесезонные процессы, которые представляют собой определенную последовательность появления и исчезновения популяций разных видов в конкретном местообитании. Эти процессы были названы американским геоботаником Ф. Клементсом сукцессией (1916 г.) Сукцессия – это последовательная смена экосистем при постепенном направленном изменении условий среды: при нарастании влажности или богатства почвы. В этом случае экологическое равновесие как бы «скользит»: параллельно с изменением условий среды изменяется видовой состав живых организмов и продуктивность экосистемы.

Основная причина смен экосистем – несбалансированность круговорота веществ. Если в биоценозах деятельность одних видов не компенсирует деятельность других, то условия среды неминуемо изменяются. Популяции меняют среду в неблагоприятную для себя сторону и вытесняются другими видами, для которых новые условия экологически более выгодны. Это продолжается до тех пор, пока не сформируется уравновешенное сообщество, которое способно поддержать баланс веществ в экосистеме.

Представим себе сообщество, в котором валовая, т.е. суммарная продукция автотрофов в энергетическом выражении точно соответствует энергозатратам, идущим на поддержание жизнедеятельности всех его организмов, так называемому «общему дыханию». Такое равновесие характерно для замкнутого сообщества: сюда не поступает никакая дополнительная продукция, а собственная остается целиком внутри его.

Если «общее дыхание» меньше валовой первичной продукции, то будет происходить накопление органического вещества. Если «общее дыхание» больше валовой продукции, органическое вещество экосистемы будет неуклонно исчезать. Такие изменения и составляют основу экологической сукцессии. Развитие леса на оставленном поле является примером сукцессии, идущей в ярко выраженном автотрофном состоянии, так как в первый момент появляются автотрофы. Такая сукцессия называется автотрофной. Гетеротрофная сукцессия характеризуется начальным преобладанием гетеротрофных организмов и встречается в тех случаях, когда среда пересыщена органикой. Сукцессии идут по определенным законам. Каждая стадия изменяет среду настолько, что как бы вытесняет сама себя. На ее место приходит экосистема, которая также исчерпывает экологические возможности среды и сменяется следующей. Можно выделить отдельные закономерности течения автотрофных сукцессионных процессов.

1. Смена биогеоценозов в сукцессиях идет от наименее устойчивого к наиболее устойчивому. Скорость этих изменений постепенно замедляется
2. В ходе сукцессии сначала идет увеличение числа видов, происходит постепенная смена доминантов, усложнение цепей питания, увеличение в сообществах доли видов с длительными циклами развития, усиление взаимовыгодных связей в биогеоценозах, разделение экологических ниш.
3. В сериальных рядах увеличивается запас биомассы, продукция растений, и увеличивается использование первичной продукции гетеротрофами. Возрастает степень замкнутости круговорота веществ.
4. По мере приближения к климаксовому сообществу число видов снижается.

Эта закономерность получила название принципа «очищения». В старом глухом лесу очень мало видов трав, кустарников, немного и животных, часто почти нет грибов.

5. В климаксовом сообществе все биохимические процессы замедлены, большая часть энергии идет на его поддержание. Биомасса достигает максимальных значений, а биологическая продуктивность снижается.

### **Вопросы и задания для контроля знаний**

1. Составьте закономерный ряд биоценозов, сменяющих друг друга при:

- а) зарастании водоема, б) зарастании пустыря, в) зарастании береговой линии,
- г) зарастании пожарища, д) зарастании заброшенного поля.

### **Тест по теме “Динамика экосистем”**

1. Под влиянием внутренних факторов сообщество:

- а) меняется от более продуктивного к менее продуктивному,
- б) меняется от менее продуктивного к более продуктивному,
- в) не изменяет свою продуктивность,
- г) вначале увеличивает свою продуктивность, но потом всегда ее уменьшает.

2. К неустойчивым экосистемам относится:

- а) ельник темной тайги, б) дубрава,
- в) мелководный водоем, г) ковыльная степь.

3. В процессе развития сукцессии скорость изменений:

- а) постепенно замедляется, б) постепенно нарастает,
- в) не изменяется, г) быстро нарастает.

4. Выберите наиболее продолжительную сукцессию:

- а) зарастание заброшенной пашни, б) зарастание лесного пожарища,
- в) зарастание отвалов грунта при добыче полезных ископаемых,
- г) зарастание заброшенной лесной дороги.

5. Для восстановления елового леса после рубки на равнине потребуется около 150-200 лет. Тот же процесс на крутых склонах гор занимает 500-1000 лет. С чем это связано?

- а) с отсутствием в горах видов растений промежуточных стадий восстановления елового леса,
  - б) с особыми погодными условиями гор,
  - в) со смывом почвы после рубок леса.
6. К первичной сукцессии можно отнести:
- а) зарастание лесного пожарища, б) зарастание заброшенной лесной дороги
  - в) зарастание заброшенной пашни, г) зарастание каменных осыпей в горах.
7. Параклимаксным сообществом считают:
- а) луг в долине реки, б) степь с доминированием ковылей,
  - в) широколиственный лес, г) участок южной пихтовой тайги.
8. Стадия короткопроизводных лесов – это:
- а) липняки, б) березняки, в) пихтарники, г) ельники.
9. Гетеротрофная сукцессия характеризуется:
- а) начальным преобладанием гетеротрофных организмов,
  - б) начальным преобладанием автотрофных организмов,
  - в) преобладанием в климаксовой стадии гетеротрофных организмов,
  - г) преобладанием в климаксовой стадии автотрофных организмов.
10. На начальных этапах сукцессии первичная продукция:
- а) используется консументами, б) разлагается и обогащает почвенное плодородие, в) безвозвратно теряется, г) используется продуцентами.

## **Тема 12. Биосфера. Биогеохимические круговороты.**

**Аннотация:** Биосфера - живая оболочка Земли. Состав и структура биосферы. Круговорот вещества и энергии в биосфере. Основные круговороты на Земле. Круговорот биогенных элементов и веществ в биосфере. Учение о биосфере В.И.Вернадского.

**Ключевые слова:** Биосфера, границы биосферы, гидросфера, литосфера, атмосфера, биогенные элементы, компоненты биосферы, живое вещество биосферы, круговороты веществ.

**Методические рекомендации по изучению темы.**

1. Изучить лекцию по теме.
2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

### Источники информации:

#### Основная литература:

1. Вернадский В.И.. Биосфера и ноосфера. – М., "Айрис-Пресс", 2009. – 3-570 с.
2. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 8, с. 107-118.
3. Шилов И.А. Экология. – М., Юрайт, 2011. – Глава 1-3.
4. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 10, с.341- 357.

#### Интернет-ресурсы

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии
2. [ecportal.su/books.php](http://ecportal.su/books.php) всероссийский экологический портал
3. [dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog](http://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog) словари и энциклопедии на Академике

### Глоссарий.

**БИОГЕННОЕ ВЕЩЕСТВО** - это геологические породы, созданные благодаря жизнедеятельности живых организмов: каменный уголь, известняк

**БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ** - (биогены)- химические элементы, непременно входящие в состав живых организмов.

**БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ** — биогеохимический круговорот веществ, обмен веществом и энергией между различными компонентами биосферы, обусловленный жизнедеятельностью организмов и носящий циклический характер.

**БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРУГОВОРОТЫ** — переход питательных элементов от неживой природы (из запасов атмосферы, гидросферы и земной коры) к живым организмам и обратно в неживую среду.

**БИОГЕОЦЕНОЗ** (от греч. *bios* - жизнь, *ge* - земля и *koinos* - общий) - эволюционно сложившаяся, относительно пространственно ограниченная, природная система функционально взаимосвязанных живых организмов и окружающей их абиотической среды.

**БИОКОСНОЕ ВЕЩЕСТВО** - вещество, создаваемое одновременно живыми организмами и косными процессами и являющее собой закономерную структуру из живого и косного вещества.

**БИОСФЕРА** (от греч. *bios* - жизнь; *sphaira* — шар) — оболочка Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба.

**БИОТА** (греч. *biote* — жизнь) - исторически сложившаяся совокупность живых организмов, объединенных общей областью распространения, обитающих на какой-то крупной территории, изолированной любыми (напр., биогеографическими) барьерами.

**ГИДРОСФЕРА** — водная оболочка Земли.

**ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО** - согласно В. И. Вернадскому, "совокупность всех живых организмов"

**КОСНОЕ ВЕЩЕСТВО** - это вещество, которое образуется без участия живого вещества, например горные породы, возникающие при извержении вулканов.

**ЛИТОРАЛЬ** (от лат. *litoralis* — береговой, прибрежный), экологическая зона моря или пресного водоема, занимающая прибрежную или донную часть мелководья, в которой свет проникает до дна.

**ЛИТОСФЕРА** - верхняя твёрдая оболочка Земли, сложенная горными породами и их производными вулканического происхождения, осадочными биогенными соединениями, продуктами выветривания.

**Вопросы для изучения по теме:**

1. Понятие о биосфере по В.И.Вернадскому.
2. Границы биосферы по В.И.Вернадскому.
3. Компоненты биосферы и их происхождение.
4. Роль живого вещества по В.И.Вернадскому.
5. Биологические круговороты веществ – основа существования биосферы.
6. Энергетическое обеспечение биологического круговорота.
7. Круговорот воды.
8. Круговороты основных биогенных элементов: азота, серы, фосфора, кислорода и углерода. Роль живых организмов в этих круговоротах.
9. Изменения, вносимые человеком в биологический круговорот веществ.

### **Краткое изложение теоретического материала.**

Впервые термин «биосфера» использовал австрийский геолог Эдуард Зюсс в 1875 г., понимая под ней особую оболочку земной коры, охваченную жизнью. В начале XX века русский ученый-геолог В. И. Вернадский закладывает основы новым наукам – геохимии, биогеохимии, радиогеологии - и создает учение о биосфере. Биосферой В.И.Вернадский назвал ту область нашей планеты, в которой существует или когда-либо существовала жизнь и которая постоянно подвергается или подвергалась воздействию живых организмов.

В 1926 г. выходит его книга «Биосфера», основные положения которой злободневны и не потеряли своего значения и в XXI веке. Под биосферой принято понимать сложную внешнюю оболочку Земли, населенную организмами. Биосфера качественно отличается от всех других сфер Земли, так как в ее пределах проявляется геологическая деятельность живых существ: растений, животных, микроорганизмов, а на последнем этапе истории Земли – и человека. Современная биосфера включает в себя полностью гидросферу, верхнюю часть литосферы и нижнюю часть атмосферы.

Всю массу организмов всех видов В. И. Вернадский назвал живым веществом. В химический состав живого вещества входят те же самые атомы, которые составляют неживую природу, но в другом соотношении. В ходе

обмена веществ живые существа постоянно перераспределяют химические элементы в природе. Таким образом, меняется химизм биосферы.

За счет фотосинтеза накоплен кислород атмосферы. На ранней Земле в атмосфере преобладали другие газы: водород, метан, аммиак, углекислый газ. После увеличения количества кислорода в атмосфере возник озоновый слой, который дал возможность живым организмам выйти на сушу.

Большая часть углекислого газа современной атмосферы выделяется в процессах дыхания бесчисленных живых существ или сжигания органического топлива. Атмосферный азот тоже является следствием деятельности жизни, он образуется в результате активности ряда почвенных бактерий.

Благодаря живым существам возникли многие горные породы на Земле. Организмы обладают способностью избирательно поглощать и накапливать в себе отдельные элементы в гораздо большем количестве, чем они есть в окружающей среде. Жизнью создан на поверхности суши почвенный слой. В почве так тесно связаны между собой минеральные компоненты, разлагающиеся органические вещества и многочисленные микро- и макроорганизмы, что В. И. Вернадский отнес ее к особым, биокосным телам природы. Такой же биокосный состав имеют и воды Мирового океана, насыщенные продуктами обмена веществ и населенные бесчисленными обитателями.

В. И. Вернадский выделял в биосфере несколько различных, взаимосвязанных компонентов, в том числе:

- живое вещество, создающее и разрушающее органические вещества;
- косное вещество – неживой компонент биосферы, горные породы, в основном магматического происхождения, слагающие земную кору, минералы;
- биокосное вещество – продукты переработки живыми организмами косного вещества биосферы: почва, воды Мирового океана;
- биогенное вещество – осадочные породы органического происхождения, продукты неполного разложения живых организмов, могут состоять из растительных и животных остатков;

- радиоактивное вещество – в воде, воздухе и почве мигрирует довольно большое количество радиоактивных частиц, поступающие при извержении вулканов и в результате естественных ядерных превращений;

- рассеянные атомы – часть атомов химических элементов находится в биосфере в свободном состоянии, могут участвовать в химических процессах;

- космическое вещество – пыль, метеориты попадают на Землю ежедневно в ощутимых количествах и не могут не оказывать своего влияния на газовый, ионный и аэрозольный состав атмосферы.

Распределение жизни в биосфере отличается неравномерностью. Наиболее велика концентрация живого вещества на границах раздела основных сред – в почве, т.е. пограничном слое между литосферой и атмосферой, на дне водоемов и особенно – на литорали – зоне морского дна, затопляемой во время прилива и осушаемой при отливе, в лиманах и эстуариях - затопляемых устьях рек, где три среды – вода, почва и воздух – тесно взаимодействуют друг с другом.

Основные биогеохимические функции живого вещества:

Энергетическая функция связана с запасанием энергии в процессе фотосинтеза, передачей ее по цепям питания, рассеиванием.

Газовая функция обеспечивает поддержание определенного газового состава среды обитания и атмосферы в целом.

Окислительно-восстановительная функция заключается в химическом превращении веществ, содержащих атомы с переменной степенью окисления (соединения железа, марганца и др.).

Концентрационная - благодаря способности организмов концентрировать в своем теле рассеянные химические элементы, накопление определенных элементов и веществ.

Деструктивная функция – разрушение организмами и продуктами их жизнедеятельности, как самих органических остатков, так и костных веществ. Транспортная функция - осуществление переноса вещества и энергии в результате активной формы движения организмов, реализация перемещения вещества на поверхности планеты.

Средообразующая функция. В результате совместного действия других функций преобразуются физико-химические параметры среды.

### **Вопросы и задания по контролю знаний.**

1. Биосфера – живая оболочка Земли.
2. Учение о биосфере В.И.Вернадского.
3. Структура биосферы.
4. Круговорот веществ в биосфере.
5. Основные биогеохимические круговороты.

### **Тема 13. Ноосфера. Роль человека в судьбе биосферы. Основные экологические проблемы современности.**

**Аннотация:** Представление о ноосфере как этапе эволюции биосферы. Роль человечества в развитии биосферы. Антропогенные факторы среды. Экологические кризис. Глобальные проблемы биосферы.

**Ключевые слова:** Биосфера, ноосфера, границы ноосферы, антропогенные факторы, актуальные проблемы биосферы.

### **Методические рекомендации по изучению темы.**

1. Изучить лекцию по теме.
2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

### **Источники информации:**

Основная литература:

1. Вернадский В.И.. Биосфера и ноосфера. – М., "Айрис-Пресс", 2009. – 3-570 с.
2. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 8, с. 126-128.

3. Шилов И.А. Экология. – М., Юрайт, 2011. – Глава 3.

4. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 10, с.373-375.

#### Интернет-ресурсы

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии

2. [ecportal.ru/books.php](http://ecportal.ru/books.php) всероссийский экологический портал

3. [dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog](http://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog) словари и энциклопедии на Академике

#### Глоссарий.

**АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ** — загрязнение окружающей среды, возникающее в результате хозяйственной деятельности людей, в том числе их прямого или косвенного влияния на состав и концентрацию природных веществ в результате выбросов антропогенных загрязнителей.

**АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ** — это все формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природной среды обитания, других биологических видов и непосредственно сказываются на их жизни.

**БИОСФЕРА** (от греч. *bios* - жизнь; *sphaire* — шар) — оболочка Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба.

**НООСФЕРА** ( от греч. *nōos* - разум и *spbaire* -шар) - букв. «мыслящая оболочка», сфера разума, высшая стадия эволюции биосферы, связанная с возникновением и развитием в ней человечества.

**УРБАНИЗАЦИЯ** — рост и развитие городов, увеличение удельного веса городского населения в стране, регионе, мире.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС** - потенциально обратимая ситуация, возникающая в природных экосистемах в результате нарушения равновесия под воздействием стихийных природных или антропогенных факторов.

#### Вопросы для изучения по теме:

1. Понятие ноосферы по В.И.Вернадскому.

2. Антропогенный фактор. Прямое и косвенное воздействие человека на биосферу.
3. Экологические проблемы человечества.
4. Международное сотрудничество в решении экологических проблем.

#### **Краткое изложение теоретического материала.**

НООСФЕРА – сфера разума, это новое эволюционное состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором ее развития. Термин введен французским ученым А. Леруа и Тейяром де Шарденом (1927) (БЭС).

Центральной темой учения о ноосфере является единство биосферы и человечества. Вернадский в своих работах раскрывает корни этого единства, значение организованности биосферы в развитии человечества. Это позволяет понять место и роль исторического развития человечества в эволюции биосферы, закономерности ее перехода в ноосферу. Одной из ключевых идей, лежащих в основе теории В.И.Вернадского о ноосфере, является то, что человек не является самостоятельным живым существом, живущим отдельно по своим законам, он сосуществует внутри природы и является частью ее.

Эволюция видов сама превратилась в геологический процесс, так как в процессе эволюции появилась новая геологическая сила. Вернадский писал: «Эволюция видов переходит в эволюцию биосферы».

Геологической силой является собственно вовсе не Homo Sapiens, а его разум, научная мысль социального человечества. В «Философских мыслях натуралиста» Вернадский писал: «Мы как раз переживаем яркое вхождение в геологическую историю планеты. Под влиянием научной мысли и человеческого труда биосфера переходит в новое состояние – в ноосферу». В.И.Вернадский видел неизбежность ноосферы, которая обусловлена эволюцией биосферы и историческим развитием человечества.

Заселяя все уголки нашей планеты, опираясь на государственно-организованную научную мысль и на ее порождение, технику, человек создал в

биосфере новую биогенную силу, поддерживающую размножение и дальнейшее заселение различных частей биосферы.

- Человек, как и все живые организмы, как всякое живое вещество, есть определенная функция биосферы, в определенном ее пространстве-времени;

- Человек во всех его проявлениях представляет собой часть биосферы;

- Прорыв научной мысли подготовлен всем прошлым биосферы и имеет эволюционные корни. Ноосфера – это биосфера, переработанная научной мыслью, подготавливающейся всем прошлым планеты, а не кратковременное и переходящее геологическое явление.

В.Вернадский определил условия для становления ноосферы:

1. Заселение человеком всей планеты. Это условие в настоящее время выполнено. На земле нет мест, где не ступала бы нога человека.

2. Резкое преобразование средств связи и обмена между странами. Это условие также можно считать выполненным. Средства коммуникации постоянно совершенствуются, ускоряются, появляются такие возможности, о которых недавно трудно было мечтать. Рост и развитие сети Internet, совершенствование вычислительной и коммуникационной техники идет сейчас подобно тому, как идет размножение и эволюция живых организмов.

3. Усиление связей, в том числе политических, между всеми странами Земли. Это условие можно считать если не выполненным, то выполняющимся.

4. Начало преобладания геологической роли человека над другими геологическими процессами, протекающими в биосфере. Преобладание геологической роли человека в ряде случаев привело к тяжелым экологическим последствиям.

5. Расширение границ биосферы и выход в космос. Это условие выполняется.

6. Открытие новых источников энергии. Атомная энергия давно освоена и в мирных, и в военных целях.

7. Равенство людей всех рас и религий. Это условие достигается.

8. Увеличение роли народных масс в решении вопросов внешней и внутренней политики. Это условие соблюдается во всех странах с парламентской формой правления.
9. Свобода научной мысли и научного искания от давления религиозных, философских и политических построений и создание в государственном строе условий, благоприятных для свободной научной мысли. Сейчас наука от таких давлений свободна.
10. Продуманная система народного образования и подъем благосостояния трудящихся. Создание реальной возможности не допустить недоедания и голода, нищеты и чрезвычайно ослабить болезни.
11. Разумное преобразование первичной природы Земли с целью сделать ее способной удовлетворить все материальные, эстетические и духовные потребности численно возрастающего населения. Первые шаги в направлении разумного преобразования природы во второй половине XX века несомненно начали осуществляться.
12. Исключение войн из жизни общества. Мировое сообщество стремится не допустить мировой войны, хотя локальные войны еще уносят многие жизни.

#### **Вопросы и задания по контролю знаний.**

1. Строение биосферы. Структурные части биосферы.
2. Учение о биосфере В.И.Вернадского, основные труды ученого.
3. Границы распространения живого на планете.
4. Основные биогеохимические круговороты на Земле.
5. Биогеохимические функции живого вещества.
6. Понятие о ноосфере. Современные представления.
7. Роль человека в существовании и функционировании биосферы.
8. Основные экологические проблемы современности.

Задание 1. Расположите перечисленные источники получения энергии в порядке убывания их экологической безопасности: гидроэлектростанции (ГЭС) на равнинных реках; ГЭС на горных реках; атомные электростанции; солнечные станции; теплоэлектростанции (ТЭЦ) на угле; ТЭЦ на природном газе; ТЭЦ на торфе; ТЭЦ на мазуте; приливно-отливные электростанции; ветряные электростанции.

#### **Тема 14. Рациональное природопользование.**

Аннотация. Цели и задачи рационального природопользования как науки. Охарактеризовать основные принципы и аспекты рационального природопользования. Ресурсы природы. Ресурсосберегающие технологии. Охрана природы.

Ключевые слова: рациональное природопользование, природные ресурсы, охрана природы, актуальные проблемы биосферы.

#### **Методические рекомендации по изучению темы.**

1. Изучить лекцию по теме.
2. Ответить на вопросы для самостоятельной подготовки в виде файла-конспекта. Отправить файл на проверку преподавателю.
3. При работе с учебником, лекционным материалом и интернет-ресурсами необходимо: выписать в рабочую тетрадь основные термины и понятия, приобретенные на занятии.

#### **Источники информации:**

##### Основная литература:

1. Вернадский В.И.. Биосфера и ноосфера. – М., "Айрис-Пресс", 2009. – 3- 570 с.
2. Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. Основы общей экологии. – Казань, Новое знание, 2006. – Глава 8, с. 129-132.
3. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. – М., Дрофа, 2004. – Глава 10, с.373-375.

## Интернет-ресурсы

1. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии
2. [ecportal.su/books.php](http://ecportal.su/books.php) всероссийский экологический портал
3. Ибрагимова К.К., Рахимов И.И., Зиятдинова А.И. Словарь-справочник терминов по экологии и охране природы. Казань: Изд-во "Отечество", 2012. - 147с. [http://kpfu.ru/main?p\\_id=29207&p\\_lang=&p\\_type=9&p\\_pub\\_type=21](http://kpfu.ru/main?p_id=29207&p_lang=&p_type=9&p_pub_type=21)

### Глоссарий.

**АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ** — загрязнение окружающей среды, возникающее в результате хозяйственной деятельности людей, в том числе их прямого или косвенного влияния на состав и концентрацию природных веществ в результате выбросов антропогенных загрязнителей.

**АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ** — это все формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природной среды обитания, других биологических видов и непосредственно сказываются на их жизни.

**БИОСФЕРА** (от греч. *bios* - жизнь; *sphaire* — шар) — оболочка Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба.

**ВЫБРОС ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ (ПДВ)** – выброс вредных веществ в атмосферу, устанавливаемый для каждого источника загрязнения атмосферы при условии, что приземная концентрация этих веществ не превысит предельно допустимую концентрацию (ПДК). Единица измерения — г/с, т/год (объём (количество) загрязняющего вещества, выбрасываемого отдельными источниками за единицу времени).

**ДОЗА ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМАЯ (ПДД)** - максимальное количество вредного агента, проникновение которого в организмы (через дыхание, пищу и т.д.) или их сообщества ещё не оказывает на них пагубного влияния.

**НООСФЕРА** ( от греч. *nōos* - разум и *spaire* - шар) - букв. «мыслящая оболочка», сфера разума, высшая стадия эволюции биосферы, связанная с возникновением и развитием в ней человечества.

**УРБАНИЗАЦИЯ** — рост и развитие городов, увеличение удельного веса городского населения в стране, регионе, мире.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС** - потенциально обратимая ситуация, возникающая в природных экосистемах в результате нарушения равновесия под воздействием стихийных природных или антропогенных факторов.

**Вопросы для изучения по теме:**

1. Классификация ресурсов планеты и их использование в настоящее время.
2. Нерациональное и рациональное природопользование. Основные принципы рационального природопользования.
3. Современные ресурсосберегающие технологии.
4. Отраслевое рациональное природопользование (добывающая и обрабатывающая промышленность, лесопользование, энергетика, сельскохозяйственное и рекреационное природопользование, транспортная сфера, связь, военно-промышленный комплекс).
5. Ресурсное рациональное природопользование (проблемы опустынивания, мирового водопотребления, дефицита пресной воды, межбассейновой и внутрибассейновой переброски речного стока, транспортировки айсбергов, истребления лесов, сокращения видового разнообразия животного мира).
6. Территориальное рациональное природопользование (природопользование в городских агломерациях, сельскохозяйственных районах, экстремальных и лесных районах, обострение проблем природопользования в развивающихся странах, различия развивающихся стран по условиям и характеру природопользования).

## **Краткое изложение теоретического материала.**

Люди живут за счет природы, обеспечивая свое благополучие и развитие общества. В использовании и преобразовании природы современное общество руководствуется научными знаниями. На их основе работают заводы и фабрики, горнодобывающая и строительная промышленность, энергетические предприятия, сельское хозяйство и системы связи.

В центре внимания экологии – живая природа. А ведь именно она обеспечивает пищевые ресурсы людей, и регуляцию условий жизни в биосфере. Что станет с человечеством, если живая природа Земли будет сильно разрушена в результате мощного наступления техники, как это уже происходит в настоящее время? Как предвидеть последствия разных форм человеческой деятельности, при которых сильно изменяется природная среда? Как выгоднее, разумнее вести хозяйство, чтобы не навредить будущим поколениям?

В своей практической деятельности человек всегда был вынужден считаться с законами живой природы, особенно в сельском хозяйстве, лесоводстве и промыслах. Сначала это происходило стихийно, на основе опыта, проб и ошибок. С развитием научной экологии стало ясно, что именно она является основой, на которой возможно не стихийное, а сознательное, грамотное хозяйствование людей на Земле. Ведь экология – наука о связях, на которых основывается устойчивость всех форм жизни.

Практическая значимость экологии проявляется в каждом ее разделе, любом положении, от глобальных законов до частных зависимостей. Так, когда были оценены масштабы биологической продукции на планете, стало ясным, что наступило время соотносить деятельность и потребности людей с возможностями биосферы. Понимание того, как устроены и поддерживают себя природные экосистемы, позволяет повышать устойчивость агроценозов, культурных ландшафтов, городской среды. Человеческая цивилизация не может уже развиваться, не считаясь с законами устойчивости природы. Главный из них – поддержание и усиление интенсивности круговорота

веществ. Современные технологии производства и сельского хозяйства таковы, что не могут не нарушать природную среду. Стремительно ухудшаются и условия жизни людей. Поэтому встает вопрос об изменении методов использования природы и ее ресурсов.

Основной принцип экологически грамотного хозяйствования – действовать не против природы, а в соответствии с ее законами. Любое экологическое знание можно превратить в полезную и выгодную людям технологию.

Популяционная экология раскрывает возможности управления численностью видов. Это важно и для получения нужной биологической продукции, и для предупреждения размножения вредителей, и для борьбы со многими возбудителями болезней. Знание экологии сообществ позволяет не только поддерживать природные биоценозы, но и управлять производительностью полей, пастбищ и садов. Экология становится наукой, необходимой во всех сферах деятельности человека. Она обладает огромным практическим потенциалом. Люди еще не научились полностью использовать уже накопленные экологические знания. Экологическое образование не кончается, а только начинается с познания основ общей экологии. Далее требуется развитие профессиональных знаний и экологическая специализация в любой отрасли деятельности. Экология – многогранная и универсальная наука, затрагивающая все формы взаимоотношений человека с природой. Само человечество, как часть живой природы, также подчиняется многим экологическим зависимостям. Они составляют предмет особой области знания – социальной экологии.

### **Вопросы и задания для контроля знаний**

1. Влияние антропогенных факторов на существование природных систем.
2. Загрязнение среды. Виды загрязнителей.
3. Основные природные ресурсы и перспективы их использования.
4. Сырьевые и энергоресурсы Земли.

5. Рациональное природопользование.
6. Проблемы охраны природы.
7. Международное сотрудничество в области охраны природы.

Задание 1. Выберите из предложенного списка исчерпаемые невозобновимые природные ресурсы: рыбы, растения, энергия морских приливов, энергия ветра, уголь, атмосферный воздух, птицы, нефть, воды океанов, пресные воды, железосодержащие руды, почва, солнечная энергия, медный колчедан, полиметаллические руды, природный газ, поваренная соль, леса, солнечный свет, млекопитающие, торф, жемчуг.

Задание 2. В чем преимущество замкнутых технологий использования воды по сравнению со строительством совершенных очистных сооружений?

### Глоссарий по курсу

**АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ** — это все свойства неживой природы (физические, химические, климатические, гидрологические, почвенные, топографические), оказывающие прямое или косвенное влияние на живые организмы.

**АВТОТРОФНЫЕ ОРГАНИЗМЫ (автотрофы)** (греч. *autos* — сам, *trophe* — питание) — это организмы, синтезирующие органическое вещество из неорганического за счет энергии Солнца зелеными растениями (при фотосинтезе) или энергии окисления некоторых неорганических соединений отдельными видами микроорганизмов (при хемосинтезе).

**АМЕНСАЛИЗМ** - форма взаимодействия, когда для одного из двух взаимодействующих видов последствия совместного обитания отрицательны, а для другого нет ни вреда, ни пользы. Отношения 0 - .

**АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ** — загрязнение окружающей среды, возникающее в результате хозяйственной деятельности людей, в том числе их прямого или косвенного влияния на состав и концентрацию природных веществ в результате выбросов антропогенных загрязнителей.

**АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ** — это все формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природной среды обитания, других биологических видов и непосредственно сказываются на их жизни.

**АУТЭКОЛОГИЯ** — экология особей и видов; изучает взаимоотношения организма (вида, особи) с окружающей средой и исследует действие среды на морфологию, физиологию и поведение организмов.

**АЦИДОФИЛЫ** - растения кислых почв.

**БЕНТАЛЬ** (от греч. *benthos* — глубина) — дно водоёма, заселенное организмами, обитающими на грунте или в его толще.

**БЕНТОС** — совокупность организмов, обитающих на дне водоёма.

**БИОГЕННОЕ ВЕЩЕСТВО** - это геологические породы, созданные благодаря жизнедеятельности живых организмов: каменный уголь, известняк

**БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ** - (биогены)- химические элементы, непременно входящие в состав живых организмов.

**БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ** — биогеохимический круговорот веществ, обмен веществом и энергией между различными компонентами биосферы, обусловленный жизнедеятельностью организмов и носящий циклический характер.

**БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРУГОВОРОТЫ** — переход питательных элементов от неживой природы (из запасов атмосферы, гидросферы и земной коры) к живым организмам и обратно в неживую среду.

**БИОГЕОЦЕНОЗ** (от греч. *bios* - жизнь, *ge* - земля и *koinos* - общий ) - эволюционно сложившаяся, относительно пространственно ограниченная, природная система функционально взаимосвязанных живых организмов и окружающей их абиотической среды.

**БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ** — учение о биогеоценозах или экологических системах.

**БИОКОСНОЕ ВЕЩЕСТВО** - вещество, создаваемое одновременно живыми организмами и косными процессами и являющее собой закономерную структуру из живого и косного вещества. **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ** — это прирост биомассы организмов на единицу площади за единицу времени.

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ** — периодически повторяющиеся изменения интенсивности и характера биологических процессов и явлений.

**БИОМАССА** - выраженное в единицах массы количество функционирующего живого вещества, суммарная масса особей вида, группы видов или сообщества

организмов, выражаемая обычно в единицах массы сухого или сырого вещества, отнесенных к единицам площади или объема любого местообитания.

**БИОРИТМ** — автономный процесс периодического чередования колебаний (суточных, сезонных и т. д.) интенсивности и характера физиологических процессов и реакций, протекающих в живых организмах.

**БИОСФЕРА** (от греч. *bios* - жизнь; *sphaire* — шар) — оболочка Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба.

**БИОТА** (греч. *biote* — жизнь) - исторически сложившаяся совокупность живых организмов, объединенных общей областью распространения, обитающих на какой-то крупной территории, изолированной любыми (напр., биогеографическими) барьерами.

**БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ** — это все формы воздействия живых организмов (микроорганизмов, растений, животных и их сообществ) друг на друга или на среду обитания.

**БИОТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ** – теоретически возможное потомство от одной пары особей.

**БИОТОП** - относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом.

**БИОЦЕНОЗ** - совокупность растений, грибов, животных и микроорганизмов, имеющая определенный состав и сложившийся характер взаимоотношений как между собой, так и со средой.

**ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИИ** - соотношение в популяции особей разного возраста.

**ВТОРИЧНАЯ СУКЦЕССИЯ** — это последовательное развитие сообществ, в котором естественная растительность была устранена или сильно нарушена, но почва не была уничтожена.

**ВЫБРОС ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ (ПДВ)** – выброс вредных веществ в атмосферу, устанавливаемый для каждого источника загрязнения атмосферы при условии, что приземная концентрация этих веществ не превысит предельно допустимую концентрацию (ПДК). Единица измерения — г/с, т/год (объем (количество) загрязняющего вещества, выбрасываемого отдельными источниками за единицу времени).

**ГАЛОФИТЫ** - растения, приспособленные к произрастанию на засоленных почвах, как правило, встречающиеся в степной и пустынной зонах.

**ГЕЛИОФИТЫ** - светолюбивые растения открытых мест с хорошей освещенностью.

**ГЕМИКРИПТОФИТЫ** (от *геми...* и *криптофиты*)- растения, у которых почки возобновления в неблагоприятный для вегетации период года сохраняются на уровне почвы или листовой подстилки.

**ГЕТЕРОТРОФЫ** (греч. *heteros* - иной, другой, *trohpe* — питание) - микроорганизмы, животные, некоторые растения и грибы, питающиеся готовыми органическими веществами.

**ГИГРОФИТЫ** — наземные растения, растущие в условиях повышенной влажности воздуха и почвы.

**ГИДРОСФЕРА** — водная оболочка Земли.

**ГОМЕОСТАЗ ПОПУЛЯЦИИ** — это способность популяции поддерживать оптимальную в данных условиях численность.

**ГОМОЙОТЕРМИЯ (теплокровность)** — способность животных (птицы и млекопитающие) поддерживать постоянную температуру тела независимо от температуры окружающей среды.

**ДЕМОЭКОЛОГИЯ** — экология популяций; изучает динамику популяций, описывает и устанавливает причины колебания численности различных видов.

**ДЕТРИТОФАГИ** (от лат. *detritus* - истертый и греч. *phagos* - пожирающий) - разнообразные организмы, питающиеся мертвым органическим веществом - детритом.

**ДОЗА ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМАЯ (ПДД)** - максимальное количество вредного агента, проникновение которого в организмы (через дыхание, пищу и т.д.) или их сообщества ещё не оказывает на них пагубного влияния.

**ЕМКОСТЬ СРЕДЫ** - число особей или их сообществ, потребности которых могут быть удовлетворены ресурсами данного местообитания без заметного ущерба для его дальнейшего благосостояния.

**ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО** - согласно В. И. Вернадскому, "совокупность всех живых организмов"

**ЖИЗНЕННАЯ ФОРМА** - 1) в ботанике - внешний облик (габитус) растения, отражающий приспособленность к условиям среды. В зоологии наличие сходных морфоэкологических, физиологических, поведенческих и т. д. приспособлений для обитания в одинаковой среде.

**ЗООПЛАНКТОН** - совокупность животных, обитающих (как правило, свободно парящих) в толще воды морской и пресноводных водоёмов и на

способных противостоять переносу течениями. З. - составная часть планктона. З., хотя и очень разряженный, встречается практически до максимальных глубин Мирового океана.

**ЗООФАГ** - организм, питающийся животными, плотоядный вид.

**ЗООЦЕНОЗ** - это совокупность животных, совместно обитающих при определенных условиях. З. может возникать между различными видами за счет привлечения одних животных другими, и взаимосвязь в зооценозе чаще носит односторонний характер (например, паразиты и хозяин).

**ИХТИОФАГИ** (греч., от *ichthys* - рыба, и *phago* – есть) , животные, для к-рых основной корм — рыба.

**КВАРТИРАНТСТВО** - форма комменсализма, при которой один вид использует другой (его тело или жилище) в качестве убежища или своего жилья .

**КЛИМАКСОВАЯ ЭКОСИСТЕМА** - заключительная стадия экологической сукцессии; экосистема, в которой популяции всех организмов находятся в равновесии друг с другом и с абиотическими факторами.

**КОММЕНСАЛИЗМ** – форма взаимоотношений, при которой один из сожительствующих видов получает какую-либо пользу, не принося другому виду ни вреда, ни пользы. Отношение 0 +.

**КОНКУРЕНЦИЯ** - тип биотических взаимоотношений, при котором особи одного или разных видов соперничают между собой в потреблении одних и тех же, обычно ограниченных ресурсов.

**КОНСУМЕНТЫ (потребители)** (от лат. *consumo* – потребляю) - это организмы, которые перерабатывают и перестраивают органическое вещество и энергию, запасенную растениями.

**КОСНОЕ ВЕЩЕСТВО** - это вещество, которое образуется без участия живого вещества, например горные породы, возникающие при извержении вулканов.

**КРИОФИТ** - холодостойкое растение сухих местообитаний. **КРИПТОФИТ** - многолетнее травянистое растение, наземные органы которого отмирают в неблагоприятный для вегетации сезон, а почки возобновления закладываются на корневищах, клубнях, луковицах и лежат глубоко в земле (геофиты) или под водой (гидрофиты).

**КСЕРОФИЛ** - организм, приспособленный к жизни в условиях недостатка воды, а потому обитающий в местах с пониженной влажностью (из животных

— ящерицы, черепахи и др.). Растения-ксерофилы, сухих местообитаний, способные переносить продолжительную засуху («засухоустойчивые») называют ксерофитами.

**ЛИМИТИРУЮЩИЙ ФАКТОР** - фактор, в первую очередь ответственный за ограничение роста и (или) размножение организма или популяции.

**ЛИТОРАЛЬ** (от лат. *litoralis* — береговой, прибрежный), экологическая зона моря или пресного водоема, занимающая прибрежную или донную часть мелководья, в которой свет проникает до дна.

**ЛИТОСФЕРА** - верхняя твёрдая оболочка Земли, сложенная горными породами и их производными вулканического происхождения, осадочными биогенными соединениями, продуктами выветривания.

**МЕЗОФИЛЫ** - животные, обитающие в местах со средним увлажнением. умеренно влаголюбивые животные, нормально существующие при средних температурах (20-40°C).

**МЕЗОФИТЫ** растения, способные переносить непродолжительную и не очень сильную засуху.

**МУТУАЛИЗМ** - симбиотические отношения, при которых присутствие каждого из двух видов становится обязательным для другого партнера, форма совместного существования организмов, при которой партнеры или один из них не могут (не может) существовать друг без друга (без сожителя).

**НЕЙСТОН** - совокупность живых существ, обитающих у поверхности воды, на грани водной и воздушной сред (то поверхностной плёнки до 5 см в глубь вод).

**НЕЙТРАЛИЗМ** - тип биотической связи, при которой совместно обитающие организмы (или виды) не влияют друг на друга. В природе истинный нейтраллизм крайне редок, поскольку между всеми видами возможны косвенные взаимоотношения.

**НЕКРОФАГ** - организм, питающийся мертвыми животными (букв. трупоед).

**НЕКТОН** - (от греч. *nektos* — плавающий), совокупность организмов, обитающих в толще воды **пелагиали**, способных к активному плаванию и преодолению водных течений (в основном млекопитающие, пелагические рыбы и крупные головоногие моллюски).

**НООСФЕРА** (от греч. *nöos* - разум и *spbaire* - шар) - букв. «мыслящая оболочка», сфера разума, высшая стадия эволюции биосферы, связанная с возникновением и развитием в ней человечества.

**ПАРАЗИТ** - организм, живущий за счёт особей другого вида (с нанесением им вреда) и тесно с ним связанным в своём жизненном цикле.

**ПИЩЕВАЯ (ТРОФИЧЕСКАЯ) ЦЕПЬ** — перенос энергии и вещества в ряду живых организмов при поедании последующим элементом цепи предыдущего.

**ПЛАНКТОН** (от греч. *planktós* — блуждающий) — совокупность, пассивно плавающих в толще воды организмов (водоросли, простейшие, некоторые ракообразные (криль) моллюски и др.), не способных к самостоятельному передвижению на значительные расстояния.

**ПЛЕЙСТОН** (от греч. *pleystikos* — плавающий и *on* — суще) - обитатели (обычно пассивно плавающие или полупогружённые) сравнительно тонкого приповерхностного слоя воды.

**ПЛОТНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ** - число особей (или биомасса) популяции на единицу пространства или объема.

**ПОЙКИЛОТЕРМНЫЕ (холоднокровные) ЖИВОТНЫЕ** (от греч. *poikilos* — различный и *therme* — тепло) - холоднокровные животные, эктотермные животные, температура тела которых меняется в зависимости от температуры окружающей среды.

**ПОПУЛЯЦИЯ** — совокупность особей одного вида, совместно населяющих определенную территорию и обладающих способностью свободно скрещиваться между собой и давать плодовитое потомство.

**ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ВОЛНЫ**— периодические и непериодические колебания численности популяций под влиянием абиотических и биотических факторов среды, свойственные всем видам.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКАЯ** (от лат. *producere* - производить, создавать) - скорость накопления биомассы, т.е. производимая популяцией или сообществом биомасса на единице площади за единицу времени; полная или валовая первичная продуктивность должна включать также энергию и биогенные летучие вещества (газы, аэрозоли).

**ПРОДУЦЕНТ(Ы)** — (от лат. *producentis* - производящий, создающий) автотрофы и хемотрофы, производящие органическое вещество из неорганических соединений. Основные продуценты в водных и наземных экосистемах — зеленые растения.

**РЕДУЦЕНТЫ** (от лат. *redycentis* — возвращающий) — организмы (бактерии и грибы), питающиеся мертвым органическим веществом и подвергающие его минерализации, то есть разрушению до неорганических соединений, которые затем используются продуцентами.

**РОСТ ПОПУЛЯЦИИ** — разница между рождаемостью и смертностью. Он может быть как положительным, так и отрицательным.

**САПРОТРОФ (САПРОФАГ)** (от греч. *saprös* — гнилой и *trophē*- питание) — гетеротрофные организмы, использующие для питания органические соединения мертвых тел или выделения (экскременты) животных.

**САПРОФИТ** – сапротрофное растение, питающееся мертвым разлагающимся органическим веществом. К сапрофитам относят большинство бактерий и грибы.

**СИМБИОЗ** — (от греч. *symbiosis* — сожительство) , тесное сожительство организмов двух или более видов, которое, как правило, стало необходимым и полезным для обоих партнеров (симбионтов).

**СИНЭКОЛОГИЯ** — раздел экологии изучающий ассоциации популяций разных видов растений, животных и микроорганизмов (биоценозов), пути их формирования, их взаимодействие с внешней средой.

**СКЛЕРОФИТЫ** — засухоустойчивые растения сухие на вид, с жесткими, узкими или мелкими листьями, покрытыми толстой, препятствующей испарению кутикулой, иногда свернутыми в трубочку (сосна, ковыль, типчак и др.). Могут терять до 25% влаги без потери жизнеспособности.

**СТЕНОБИОНТЫ** — организмы, неспособные переносить значительные колебания экологических факторов, обладающие узкой экологической валентностью, для существования которых необходимы строго определенные экологические условия.

**СУККУЛЕНТ** — засухоустойчивое растение сухих местообитаний с сочными мясистыми надземными органами (стволами, стеблями, листьями), в которых запасается влага.

**СУКЦЕССИЯ** (от лат. *successio* - преемственность) – последовательная, большей частью необратимая смена биогеоценозов, преемственно сменяющихся на одной и той же территории в результате влияния внутренних (С. автогенная, или аутогенная) и/или внешних (С. аллогенная) факторов.

**СЦИОФИТЫ** – тенелюбивые растения, которые не выносят прямого света и нормально развиваются в условиях затенения.

**ТЕРМОФИЛЫ** - теплолюбивые организмы, организмы, которые предпочитают жить в условиях постоянно высоких температур.

**УРБАНИЗАЦИЯ** — рост и развитие городов, увеличение удельного веса городского населения в стране, регионе, мире.

**ФАНЕРОФИТЫ** (от греч. *phaneros* — явный, открытый и ...*φυτ*), растения, почки и концевые побеги которых находятся высоко над поверхностью почвы и переживают неблагоприятное время года без особой защиты.

**ФИТОМАССА** , общая масса всех растительных организмов, какой-либо их группы или отдельных растений в любом природном сообществе.

**ФИТОПЛАНКТОН** (от греч. *phyton* - растение, *planktos* - блуждающий) - совокупность организмов, населяющих толщу воды континентальных и морских водоемов и не способных противостоять переносу течениями.

**ХАМЕФИТЫ** (от греч. *chamai* — на земле и ...*φυτ*) “поверхностные растения”, мелкие кустарники, полукустарники (брусника, черника, вереск) и травянистые растения (стелющиеся формы), почки возобновления к-рых находятся на слабо возвышающихся над почвой побегах.

**ХИЩНИЧЕСТВО** — такая форма взаимоотношений, при которой представители одного вида поедают (уничтожают) представителей другого, то есть организмы одной популяции служат пищей для организмов другой.

**ЧИСЛЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ** — это общее количество особей на данной территории или в данном объеме.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ВАЛЕНТНОСТЬ** (экологическая пластичность) - (от лат. *Valentia* — сила) степень способности определенного вида выдерживать изменения какого-либо фактора среды (напр., температуры).

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША** — это положение вида, которое он занимает в общей системе биоценозов, которое определяется функциональными связями вида, его пространственным расположением и требованиями к абиотическим факторам среды.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПИРАМИДА** — графическое изображение соотношения различных трофических уровней. Основанием пирамиды служит уровень продуцентов. Может быть трех типов: пирамида чисел, пирамида энергии, пирамида биомассы.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС** - потенциально обратимая ситуация, возникающая в природных экосистемах в результате нарушения равновесия под воздействием стихийных природных или антропогенных факторов.

**ЭКОЛОГИЯ** (от греч. *oikos* — дом и *logos* — слово, учение)— это наука, изучающая организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней: популяций, биоценозов (сообществ), биогеоценозов (экосистем) и биосферы.

**ЭКОСИСТЕМА** (от греч. *oikos* — дом и *systema* — сочетание, объединение) — совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом и образующих систему взаимообусловленных биологических и абиотических явлений и процессов.

**ЭКОТОП** — место обитания сообщества живых организмов, включающие совокупность абиотических компонентов среды обитания.

**ЭФЕМЕР** экологическая группа травянистых однолетних растений с очень коротким вегетационным периодом (некоторые заканчивают полный цикл своего развития всего за несколько недель).

### **Общий перечень информационных ресурсов**

1. Бигон, М. Экология. Особи, популяции, сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд – М.: Наука, 1989. – Т.1 – 667с. ; Т.2 – 477с.
2. Демина, Т.А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды: Пособие для уч-ся ст. кл. общеобразоват. учреждений / Т.А. Демина – М.: «Аспект Пресс», 2000. – 143с.
3. Жигарев, И.А. Основы экологии. 10 (11) класс: Сборник задач, упражнений и практических работ / И.А. Жигарев, О.Н. Пономарева, Н.М. Чернова – М.: Дрофа, 2002. – 208 с.
4. Захаренкова, Р.И. Рассказы про энерго- ресурсосбережение / Р.И. Захаренкова, В.И. Савченков. – Смоленск: «Смядынь», 2001. – 126 с.
5. Ибрагимова, К.К. Словарь-справочник терминов по экологии и охране природы / К.К.Ибрагимова, И.И.Рахимов. - Казань, «Отечество», 2012. – 148 с.
6. Кормилицын, В. И. Основы экологии: Учеб. пособие / В.И. Кормилицын, М.С. Цицкишвили, Ю.И. Яламов. – М.: ИНТЕРСТИЛЬ, 1997. – 366 с.
7. Лукьянчиков, Н.Н. Экономика и организация природопользования / Н.Н.Лукьянчиков, И.М.Потравный. – М.:ЮНИТИ, 2002. – 456 с.
8. Ларионова, Е.В. Практикум по экологии / Е.В. Ларионова – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 125 с.

9. Небел, В. Наука об окружающей среде / В.Небел. - М., "Мир", 1993, т.1 – 148 с., т.2 – 328 с.
- 10.Очерки по истории экологии. М., 1970. – 256 с.
- 11.Пианка, Э. Эволюционная экология / Э. Пианка – М., 1981. – 400 с.
- 12.Рахимов И.И.Основы общей экологии / И.И.Рахимов, К.К.Ибрагимова. – Казань, Новое знание, 2006. – 136 с.
13. Реймерс, Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 639 с.
- 14.Рогова, Т.В. Экология и охрана природы / Т.В.Рогова. - Казань, КГУ, 1987, ч.1 –102 с.ч.2 – 58 с.
15. Семерной, В.П. Общая экология: Метод. указания к семинарским занятиям / В.П. Семерной. – Ярославль, 2002. – 36 с.
16. Трушина, Т.П. Экологические основы природопользования / Т.П. Трушина. – Ростов-на-Дону, 2001. – 384 с.
- 17.Шварц, С.С. Экологические закономерности эволюции / С.С.Шварц. – Наука, М., 1980. – 277 с.
- 18.Чернова, Н.М. Общая экология / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Дрофа, 2004. – 416 с.
- 19.[www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) книги по экологии
- 20.[evolution.powernet.ru/library/.../biogeography\\_abdurahmanov.html](http://evolution.powernet.ru/library/.../biogeography_abdurahmanov.html)
- 21.[ecportal.su/books.php](http://ecportal.su/books.php) всероссийский экологический портал
- 22.[http://ecorussia.info/ru/ecopedia/environmental\\_resources\\_of\\_russian\\_internet](http://ecorussia.info/ru/ecopedia/environmental_resources_of_russian_internet)
- 23.eLIBRARY.RU научная электронная библиотека
24. [dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog](http://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog) словари и энциклопедии на Академике
- 25.Ибрагимова К.К., Рахимов И.И., Зиятдинова А.И. Словарь-справочник терминов по экологии и охране природы.Казань:Изд-во"Отечество", 2012.-147с.  
[http://kpfu.ru/main?p\\_id=29207&p\\_lang=&p\\_type=9&p\\_pub\\_type=21](http://kpfu.ru/main?p_id=29207&p_lang=&p_type=9&p_pub_type=21)

## Вопросы и задания для итогового контроля

1. Предмет экологии. Место экологии в системе биологии и естественных наук в целом. Структура и задачи современной экологии. Экология как наука, охватывающая связи на всех уровнях организации жизни: организменном, популяционном и биоценотическом.
2. Значение экологической науки для современного общества. Методы экологических исследований: полевые наблюдения, эксперименты, теоретическое моделирование. Экология как основа охраны окружающей среды и рационального природопользования.
3. История экологии. Обособление экологии в системе биологических наук (Э.Геккель). Подразделение экологии на аут- и синэкологию. Развитие представлений об экосистемах и биогеоценозах.
4. Современная прикладная экология. Экология в сельском и лесном хозяйстве. Возможность дальнейшей экологизации сельскохозяйственного производства. Роль экологических исследований в культивировании растений, животных и микроорганизмов.
5. Факторы среды. Общие закономерности их действия на организмы. Обмен веществ между средой и организмом. Классификации экологических факторов. Деление факторов на ресурсы и условия.
6. Основные закономерности действия абиотических факторов. Закон лимитирующего фактора Совместное действие факторов.
7. Закон оптимума как основа выживания организмов. Толерантность. Границы толерантности и многообразие видов. Эврибионтные и стенобионтные виды.
8. Свет как экологический фактор. Значение света в жизни растений и животных. Экологические группы растений по отношению к свету. Фотопериодизм. Суточные и циркадные ритмы. «Биологические часы» растений и животных. Циркадный ритм человека и его медицинское значение.

9. Температура как экологический фактор. Эктотермные организмы. Эффективные температуры развития растений и пойкилотермных животных. Способы частичной регуляции температуры тела у пойкилотермных. Экологические преимущества пойкилотермности.
10. Эндотермные организмы. Гомойотермность. Способы регуляции температуры тела у теплокровных животных: химическая, физическая и поведенческая терморегуляция. Преимущества и недостатки гомойотермности.
11. Вода как экологический фактор. Понятие о влажности среды. Вода в наземных местообитаниях. Экологические группы растений и животных в условиях различной степени увлажненности.
12. Основные среды жизни и адаптации к ним организмов. Специфика водной среды обитания и адаптации гидробионтов. Адаптации планктонных, нектонных и бентосных форм. Адаптации к кислородному и температурному режиму в водоемах. Эври- и стеногалийность.
13. Особенности наземно-воздушной среды жизни. Адаптации наземных обитателей к основному комплексу факторов в этой среде. Почва как среда обитания. Плотность жизни в почвах. Разнообразие почвенных обитателей.
14. Жизненные формы как совокупность приспособительных признаков. Классификации жизненных форм растений и животных. Жизненные формы по К. Раункиеру и по Т.И.Серебряковой. Жизненные формы животных по Формозову. Конвергенция. Экологическая роль конвергентного сходства.
15. Живые организмы как среда обитания. Паразитизм. Разнообразие форм паразитизма. Основные экологические адаптации внутренних паразитов. Экологическая специфика наружного паразитизма.
16. Концепция экологической ниши. Потенциальная и реализованная ниши. Перекрытие ниш. Расхождение ниш в сообществе. Явление

конкурентного высвобождения.

17. Жизненные стратегии и позиции видов. Работы Л.Г.Раменского, Дж. Грайма.
18. Понятие экосистемы (А.Тэнсли) и биогеоценоза (В.Н.Сукачев). Основные элементы экосистем, обеспечивающие биологический круговорот. Функциональные блоки организмов в экосистеме: продуценты, консументы и редуценты.
19. Видовая структура сообществ и способы ее измерения. Видовое ядро биоценоза: доминантные виды и виды-эдификаторы. Трофическая сеть. Роль малочисленных видов в биоценозах. Жизненные стратегии и позиции видов.
20. Понятие сообщества и биоценоза. Биотоп. Роль трофических, топических и форических отношений для совместно обитающих видов. Характеристика сообщества. Видовой состав и разнообразие сообществ. Связь видового разнообразия с факторами среды и развитием сообществ. Значимость отдельных видов в биоценозе.
21. Пространственная структура сообществ. Ярусность в фитоценозах. Мозаичность и комплексность. Структура сообществ и их устойчивость.
22. Потоки вещества и энергии в экосистемах. Пищевые цепи, трофические уровни. Отличия понятий «пищевая цепь» и «пищевая сеть». Пастбищная и детритная пищевые цепи. Расход энергии в цепях питания.
23. Продукционные процессы в экосистемах. Понятие первичной, вторичной, валовой и чистой продукции. Биомасса, факторы, лимитирующие продукцию на суше и в водоемах. Продуктивность разных биомов. Распределение первичной продукции на Земле.
24. Пирамиды численности и биомассы водных и наземных систем. Правило пирамиды продуктивности и энергии.
25. Законы экологических пирамид. Деятельность редуцентов и деструкторов. Интенсивность биологического круговорота и

- устойчивость экосистем в связи с работой деструкционного блока.  
Потоки вещества в разных типах экосистем.
26. Динамика экосистем. Циклические и направленные изменения в экосистемах. Понятие о сукцессии. Сериальные и климаксовые сообщества в сукцессионных рядах. Закономерности сукцессии. Продуктивность на разных этапах сукцессии.
27. Учение о биосфере. Работы В.И.Вернадского. Биосфера как глобальная экосистема.
28. Живое вещество на Земле, его состав, распределение и основные геохимические функции. Биокосные тела биосферы. Принципиальная роль живых организмов в создании и поддержании биосферы.
29. Составные компоненты биосферы по В.И. Вернадскому. Распространение биогенного вещества в биосфере. Роль живого вещества.
30. Глобальный биологический круговорот вещества и основные биогеохимические циклы. Круговорот углерода, азота, воды, кислорода, фосфора, серы.
31. Положение человека в биосфере. Способы взаимодействия с природой. Понятие о ноосфере. Нарушения экологических законов как причина экологических катастроф. Законы Б.Коммонера.
32. Характеристика популяций. Определение популяции. Популяция как биологическая система. Популяционная структура вида. Границы популяций. Расселение как функция вида. Выделение ценопопуляций у растений. Экологические характеристики популяций. Статические и динамические показатели.
33. Понятие численности, плотности, рождаемости, смертности, прироста, темпов роста, иммиграции и эмиграции. Динамика количественных показателей. Методы количественного учета в популяциях. Сравнительные оценки численности. Статистические методы в оценке показателей популяции.

34. Возрастная структура популяций. Экологическая специфика возрастных групп у разных видов. Проблема биологического возраста. Возраст и возрастные состояния у растений. Аналогичные явления у животных.
35. Возрастной спектр популяций в связи с особенностями жизненного цикла и способами размножения. Зависимость возрастной структуры популяций от условий среды, адаптивное значение возрастной структуры. Возрастная структура и устойчивость популяций.
36. Демографическая структура популяций. Половой состав, его генетическая и экологическая обусловленность. Степень экологических различий между полами. Адаптивная роль этих различий.
37. Пространственная структура популяций. Типы пространственного размещения у растений и животных. Случайное, агрегированное и равномерное распределение. Территориальность и формы его проявления у животных. Оседлый и кочевой образ жизни у животных. Адаптивная роль территориальных отношений.
38. Этологическая структура популяции. Этологические механизмы поддержания группового образа жизни животных. Связь экологической и генетической структур популяции.
39. Динамика популяций. Рост популяций. Логистический и экспоненциальный рост популяций. Биотический потенциал видов. Рождаемость и смертность в популяциях. Связь плодовитости и уровня смертности. Темпы роста популяций. Плотность насыщения и емкость среды.
40. Гомеостаз популяций. Самоизреживание у растений. Каннибализм у животных. Подавление продуктами метаболизма. Территориальность как механизм снятия перенаселенности у животных. Роль расселительных миграций в регуляции численности популяций, физиологические изменения особей в связи с плотностью популяций. Динамика численности популяций. Типы динамики численности.
41. Разнообразие форм взаимодействий организмов. Примеры их

классификаций. Проявление и последствия разных типов биотических отношений на организменном, популяционном и биоценотическом уровнях организации. Специфика проявления основных типов биотических связей в межвидовых и внутривидовых отношениях. Эволюционный аспект биотических взаимоотношений.

42. Разнообразие типов взаимоотношений между живыми организмами. Нейтрализм. Распространение в природе и значение. Аменсализм.

43. Комменсализм и его формы: нахлебничество, сотрапезничество. Квартиранство, его формы. Распространение в природе и значение.

44. Хищничество как тип отношений между популяциями видов. Различия между истинными хищниками и собирателями. Растительность и его влияние на жертву. Экологические особенности связей хищник—жертва. Популяционный аспект взаимодействия хищник—жертва. Взаимосвязь динамики численности хищника и жертвы.

45. Условия возникновения циклических колебаний и вспышек численности. Моделирование отношений хищник—жертва и прогнозы урожайности в сельском хозяйстве, рыболовстве и охотничьем промысле.

46. Понятие конкуренции. Межвидовая и внутривидовая конкуренция. Причины возникновения и результаты. Значение этих форм конкуренции для организмов.

47. Принцип конкурентного исключения. Зависимость результатов межвидовой конкуренции от экологических особенностей видов и влияния среды.

48. Внутривидовая конкуренция как механизм регуляции численности популяции.

49. Типы мутуалистических отношений. Распространение и роль в природе. Многообразие мутуалистических взаимоотношений. Поведенческие мутуалистические отношения у животных. Протокооперация. Опыление растений. Разведение одних видов другими, физиологические

взаимовыгодные связи.

50. Симбиоз и его проявления. Симбионты кишечных трактов, тканей и клеток животных. Микоризы. Лишайники.
51. Симбиотические азотфиксаторы. Гипотеза симбиотического происхождения эукариотической клетки. Эволюционная роль мутуализма.
52. Паразитизм как форма отношений между популяциями видов. Микропаразиты и их особенности. Макропаразиты. Приспособления к паразитизму. Иммунный ответ. Фитоалексины растений.
53. Ограниченность ресурсов ископаемого топлива. Тепловые электростанции и загрязнение окружающей среды.
54. Атомная энергетика, перспективы ее развития, проблемы охраны природы.
55. Антропогенное изменение природных комплексов при создании гидроэлектростанций.
56. Нетрадиционные способы производства энергии.
57. Классификация основных загрязнителей – физические, химические, биологические.
58. Транспортное загрязнение атмосферы. Явление фотохимического смога.
65. Последствия загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами.
59. Пути перемещения и накопления загрязняющих веществ в биосфере.
60. Нормирование загрязнения (ПДК, ПДВ, ПДС).
61. Способы и методы очистки промышленных стоков и выбросов – физические, химические, биологические.
62. Ресурсы почв и их охрана. Виды эрозии, стадии оврагообразовательного процесса.
63. Международная конвенция об охране биоразнообразия. Основные причины сокращения численности видов.
64. Классификация охраняемых видов. Красные книги – Международная,

России, Республики Татарстан.

65. Роль леса, охрана лесов в процессе эксплуатации. Три группы лесов государственного лесного фонда.
66. Категории охраняемых природных территорий – заповедники, биосферные заповедники, заказники.
67. Категории охраняемых природных территорий – национальные парки, природные парки, памятники природы.
68. Государственное управление в области охраны окружающей среды. Функции законодательной власти. Природоохранное законодательство РФ и РТ.
69. Государственное управление в области охраны окружающей среды. Функции исполнительной власти.
70. Экономические механизмы рационального природопользования. Экологические фонды. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.