

**ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ ЗНАНИЙ
КАФЕДРА МЕНЕДЖМЕНТА И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ**



0140.02.01

Аслямова А.А.

ЭКОЛОГИЯ

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
для специальности 020400 (030301) «Психология»**

3-е издание, пересмотренное

Казань



2013

УДК 574
ББК 28.080
А90

Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом
Института социальных и гуманитарных знаний

Рецензенты:

кафедра психологии Института социальных и гуманитарных знаний;
д.б.н., доцент кафедры прикладной экологии Казанского Государственного
Университета им. В.И. Ульянова-Ленина **Н.Ю. Степанова**

Аслямова А.А.

А90 Экология: Учебное пособие для специальности 020400 (030301) «Психология» /
Аслямова А.А. — 3-е изд., пересмотр. — Казань: Юниверсум, 2011. — 64 с.

Учебное пособие по курсу «Экология» составлено в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 020400 (030301) «Психология». В комплексе излагается краткий курс лекций, тематическое содержание курса, предлагаются темы семинарских занятий, дискуссионные вопросы по общей экологии и рационального природопользования, задачи, темы рефератов и рекомендуемая литература.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Психология», а также студентов и преподавателей иных гуманитарных специальностей.

УДК 574
ББК 28.080

Учебное издание

АСЛЯМОВА Алия Азатовна
ЭКОЛОГИЯ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
для специальности 020400 (030301) «Психология»

Технический редактор, оформление *Александровой М.Н.*
Корректор *Шамонова А.М.*

Формат 60x90^{1/16}. Бумага газетная. Гарнитура New Roman. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,0.
Уч.-изд. л. 3,29. Тираж 300 экз. Заказ №
Издательство «Юниверсум». 420012, г. Казань, ул. Достоевского, д. 10.
Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных материалов в типографии
ОАО «Щербинская типография». 117623, г. Москва, ул. Типографская, д. 10.

© Аслямова А.А., 2009
© Институт социальных и гуманитарных знаний, 2013
© Оформление. Издательство «Юниверсум», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Объем дисциплины и виды учебной работы	6
Примерная программа дисциплины «Экология»	7
Содержание курса	8
Краткий курс лекций	12
Планы семинарских (практических) занятий	40
Самостоятельная работа студентов	45
Контроль знаний студентов	53
Литература	64

ВВЕДЕНИЕ

«Экология» относится к циклу естественнонаучных дисциплин и имеет логическую связь с дисциплинами общепрофессиональными и специальными.

Дисциплина «Экология» имеет мировоззренческую направленность и участвует в формировании у студентов научных представлений о человеке как неотъемлемой части природы, о единстве и самоценности всего живого и невозможности выживания человечества без сохранения биосферы, способствует замене существующего антропоцентризма, как метода научного познания, биоцентризмом.

Цели и задачи дисциплины. Конечная цель изучения дисциплины «Экология» — сформировать у студентов представление о сложности, связности и функционировании биологических систем, заложить основы для освоения и понимания законов формирования окружающей среды.

Задачами дисциплины являются:

— рассмотрение основных закономерностей функционирования биосферы, ее структуры, законов существования и развития экосистем, взаимоотношений организмов и среды; влияние экологической обстановки на качество жизни человека;

— понимание формирования и тенденций развития глобальных проблем окружающей среды;

— освоение основ рационального использования природных ресурсов и охраны природы;

— познание основ экономики природопользования;

— приобретение знаний об основах экологического права и профессиональной ответственности;

— получение сведений о международном сотрудничестве и его роли в области охраны окружающей среды.

Место курса в профессиональной подготовке выпускника

Программа дисциплины «Экология» составлена в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки дипломированных специалистов по специальности «Психология» государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования.

Экология, являясь в настоящее время междисциплинарной наукой, тесно связана с такими дисциплинами как математика, химия, биология, физика. При подготовке данного комплекса учитывалась связь с дисциплиной «Безопасность жизнедеятельности», «Концепция современного естествознания», «Экология человека».

Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Результатом изучения дисциплины «Экология» должно стать познание студентами основ экологии и теоретических принципов рационального природопользования.

После изучения дисциплины студенты **должны знать:**

— законы формирования окружающей среды и их взаимосвязь, иметь достаточно полные представления о структуре биосферы, экосистем и биогеоценозов, об эволюции биосферы, взаимоотношениях организмов и среды, экологических воздействиях на природную среду, на человека и на его здоровье, о глобальных проблемах окружающей среды, экологических принципах использования природных ресурсов, об охране природы, основах экологической экономики, изменениях в окружающей среде под влиянием человека и о влиянии на человека факторов измененной среды, о природоохранных мероприятиях и технологиях;

— принципиальные положения экологического права.

Выпускник **должен уметь:**

— использовать полученные знания для решения ситуативных и проблемных задач;

— использовать источники информации об окружающей среде и принципиальные положения государственного законодательства.

ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем работы в часах			
	очная		заочная	
	специалист	бакалавр	специалист	бакалавр
№№ семестров	4	4	5	5
Всего часов	60	60	60	60
Лекции	24	24	8	8
Практ. и семин. занятия	6	6	-	10
Самост. работа	30	30	52	42
Итоговая аттестация	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет

ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭКОЛОГИЯ»

Предмет и задачи экологии. Экология и другие области научного знания. Экология и охрана природы. Экологический кризис и пути выхода из него.

Учение о биосфере и ее эволюция. Жизнь как термодинамический процесс. Абиотические факторы. Биотические факторы.

Общие закономерности взаимодействия организмов с экологическими факторами. Закон лимитирующего фактора. Адаптация организмов к окружающей среде.

Экологическая ниша организма. Популяция и стаия ее обитания. Экологическая система (биогеоценоз). Биологическое разнообразие — основа существования биосферы. Экологический мониторинг.

Экологические аспекты загрязнения окружающей среды. Круговорот вещества в биосфере. Структура и состав атмосферы. Химические превращения веществ в атмосфере.

Антропогенные воздействия на гидросферу. Антропогенные воздействия на литосферу. Источники и уровни негативных факторов производственной, городской и жилой среды. Структурно-функциональные системы восприятия и компенсации организмом человека изменений факторов среды обитания.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Тема 1. Экология как наука

Определение экологии как науки. Предмет, задачи, цели и методы. История развития экологии. Определение Геккеля и современное определение. Связь экологии с другими науками. Структура экологии. Основные задачи общей экологии.

Тема 2. Организм и среда обитания. Факторы среды

Фундаментальные свойства живых систем. Уровни биологической организации. Организм как дискретная самопроизводящаяся открытая система, связанная со средой, обменом веществ, энергии и информации. Иерархия экологических уровней: особь, вид, популяция, сообщество, экосистема, биосфера. Обмен веществ. Пластический обмен. Энергетический обмен. Экологические категории организмов. Разнообразие организмов. Источники энергии для организмов. Автотрофы и гетеротрофы. Фотосинтез и дыхание: кислород атмосферы как продукт фотосинтеза. Основные группы фотосинтезирующих организмов (высшие растения суши, планктонные цианобактерии и водоросли в океане). Хемосинтез, жизнь в анаэробных условиях. Экологические факторы и их действие. Классификация экологических факторов. Экологическое значение основных абиотических факторов: тепла, освещенности, влажности, солености, концентрации биогенных элементов. Сигнальное значение абиотических факторов. Суточная и сезонная цикличность. Биотические факторы. Антропогенные факторы. Закономерности воздействия факторов среды на организмы. Закон минимума Либиха. Закон лимитирующих факторов Шелфорда. Реакция организмов на изменение уровня экологических факторов. Представления об экологической нише; потенциальная и реализованная ниша. Биоиндикаторы. Сохранение постоянства внутренней среды организма — гомеостаз, принципы регуляции жизненных функций. Адаптация организмов к изменениям условий среды, возможности и генетические пределы адаптации. Эврибионты и стенобионты. Гомойо- и пойкилотермность. Принципы воспроизведения и развития различных организмов. Особенности зависимости организма от условий среды на разных стадиях его жизненного цикла. Критические периоды развития.

Тема 3. Экология популяций (демэкология)

Понятия «биологический вид» и «популяция», их взаимоотношения. Популяционная структура вида. Характеристика свойств популяции. Иерархическая структура популяций: расселение организмов и межпопуляционные связи. Популяция как структурный элемент экосистемы. Статические характеристики популяции: численность, плотность, состав (возрастной, половой). Методы оценки численности и плотности популяции. Характер пространственного размещения особей и принципы его выявления; случайное, равномерное и агрегированное распределение. Механизмы поддержания пространственной структуры. Территориальность. Скопление животных и растений, причины их возникновения.

Динамические характеристики популяции: рождаемость, смертность, скорость популяционного роста. Выживание и способы его описания. Характер распределения смертности в зависимости от возрастных параметров в разных популяционных группах животных и растений. Экспоненциальная и логическая модели роста популяции. Специфическая скорость роста популяции, «плотность насыщения» как показатель емкости среды, чистая скорость размножения. Биомасса и способы ее выражения: вес (сырой и сухой), энергетический эквивалент. Динамика биомассы. Понятие о биопродуктивности.

Тема 4. Экология сообществ (синэкология)

Сообщества. Биоценозы, их таксономический состав и функциональная структура. Типы взаимоотношений между организмами: симбиоз, мутуализм, комменсализм, конкуренция, хищничество (биотрофия) в широком понимании. Межвидовая конкуренция. Эксплуатация и интерференция. Принцип конкурентного исключения. Условия сосуществования конкурирующих видов. Конкуренция и распространение видов в природе. Отношения «хищник — жертва». Сопряженные колебания численности хищника и жертвы. Сопряженная эволюция. Видовая структура биоценозов. Взаимоотношения между организмами. Влияние абиотических факторов среды. Пространственная структура биоценозов. Экологические ниши видов в сообществах. Закономерности саморегуляции биоценозов, экологическое дублирование.

Тема 5. Экологические системы

Экосистемы. Определение понятия экосистем. Экосистемы как главные единицы биосферы. Составляющие компоненты экосистем; основные факторы, обеспечивающие функционирование экосистем. Биогеоценоз (по С.Н. Сукачеву). Определение понятий: «биотоп», «экотоп», «климатоп», «эдафотоп», «биоценоз», «зооценоз», «фитоценоз», «микробоценоз». Материальные, энергетические и информационные потоки в экосистемах, особенности их движения, причины изменений и возмущений.

Основные этапы использования вещества, энергии, информации в экосистемах. Трофические уровни. Первичная продукция — продукция автотрофных организмов. Значимость фото- и хемосинтеза. Деструкция органического вещества в экосистеме. Биотрофы и сапротрофы. Пищевые цепи «выедания» (пастбищные) и пищевые цепи «разложения» (детритные). Изменение в количестве энергии при переходе с одного трофического уровня на другой. Экологическая продуктивность; «пирамида продукций», «пирамида биомасс». Консументы и их характеристика; микро- и макроредуценты (консументы в роли последних).

Особенности размещения водных и наземных экосистем. «Правило 1%» и «правило 10%». Первичная и вторичная продуктивность в экосистемах. Дыхание в экосистемах. Информационный обмен в экосистемах, его виды. Термодинамический подход к изучению экосистем. Открытость природных экосистем. Энтропия в открытых экосистемах. Объекты воздействия различных факторов в экосистемах. Видовые и популяционные изменения. Революционное и эволюционное развитие экосистем. Сукцессия, климакс, возраст,

как характеристики развития экосистем. Стабильность экосистем и принципы, ее определяющие. Идентичность и изменяемость, как критерии развития экосистем. Устойчивость экосистем как функция видового многообразия. Дестабилизирующие воздействия на экосистемы (стресс, загрязнения и т.п.) и их механизм. Антропогенные воздействия как фактор, определяющий особенности устойчивости экосистем в современных условиях.

Основные типы наземных экосистем. Климатическая зональность: тундры, болота, тайга, смешанные и широколиственные леса умеренной зоны, степи и саванны, тропические влажные леса, пустыни. Первичная продукция разных наземных экосистем. Взаимосвязи разных компонентов наземных экосистем. Значение почвы как особого биокосного тела в функционировании биогеоценозов. Подстилка в лесных, степных и других экосистемах. Полнота биотического круговорота. Особенности сукцессии наземных экосистем.

Водные экосистемы, их основные особенности и главные отличия от биогеоценозов. Стратификация и вертикальная структура водных экосистем: бентос, планктон, нектон, нейстон и пр. Основные группы продуцентов в среде гидробионтов: фитопланктон, макрофиты, перифитон. Роль зоопланктона и бактерий в минерализации органического вещества. Детрит и его роль в круговоротных процессах. Континентальные водоемы как водные экосистемы в структуре биогеоценозов: реки, ручьи, озера, эстуарии, болота, искусственные водоемы (пруды, водохранилища и пр.). Олиготрофные и эвтрофные водоемы. Антропогенное эвтрофирование природных и искусственных водоемов. Биологическая структура океана. Неритические и пелагические области. Зоны подъема вод. Интенсивность первичного продуцирования в различных частях Мирового океана.

Разнообразие видов как основной фактор устойчивости экосистем.

Тема 6. Биосфера. Человек и биосфера

Структура и границы биосферы. Геосферные оболочки Земли. Общее строение планеты. Атмосфера. Гидросфера. Литосфера. Магнитосфера. Живое вещество биосферы. Свойства и функции живого вещества в биосфере. Физико-химическое единство живого. Циклические особенности окружающей среды. Биогеохимические циклы, их основные типы, структуры и их характеристика (основные и резервные циклы), значимость техногенных воздействий на биогеохимические циклы. Основные виды круговоротов вещества. Глобальный круговорот воды. Скорость оборота в различных циклах, рециркуляция и ее параметры. Гидрогеологический цикл с его особенностями, формирующимися при различных, в том числе антропогенных воздействиях. Ресурсы биосферы. Природные ресурсы. Классификация природных ресурсов.

Тема 7. Рациональное природопользование

Охрана биосферы как одна из важнейших современных задач человечества. Рациональное природопользование как один из принципов ограничения экологической нагрузки на биосферу. Особенности охраны чистоты атмосферного воздуха, водных ресурсов, почвы, растительного и животного мира в современных условиях экологического кризиса. Сохранение генофонда живого населения планеты. Биоразнообразие как фактор сдерживания темпов экологического кризиса. Нехимические методы борьбы с видами, распространение, рост численности которых нежелателен для человека.

Пути решения проблем, связанных с отрицательными последствиями урбанизации. Охрана природы и рекультивация земель на территориях, интенсивно освоенных хозяйственной деятельностью. Проблема санации техногенно-загрязненных территорий. Отдых людей и охрана природы в рекреационных зонах.

Значение невозделываемых и исключаемых из хозяйственного оборота земель для поддержания экологического равновесия в биосфере. Биосферные заповедники, резерваты и другие охраняемые территории: основные принципы выделения, организации и использования. Специфическая ресурсная значимость охраняемых территорий. Заповедное дело в России.

Мероприятия по охране воздуха, воды, почвы, полезных ископаемых и сохранению биоразнообразия в условиях современного промышленного производства, в агроэкосистемах, в урбосистемах. Методы контроля качества окружающей среды. Экомониторинг, его принципы, уровни, организация, методы.

Основы экологического права. История природоохранного законодательства в мире и России. Конституция Российской Федерации. Закон РФ «Об охране окружающей природной среды», Закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «Земельный кодекс РФ» и другие законы РФ в части природной среды и рационального использования ресурсов как механизм экологического правового регулирования. Экологическая сертификация. Сопряженное действие федеральных и региональных нормативных документов по охране окружающей среды. Пути сохранения биоразнообразия и генофонда биосферы. Экономические аспекты природопользования. Качество окружающей среды как потребительское благо и условия оптимального качества жизни. Плата за качество окружающей среды. Экономические методы управления природоохранной деятельностью. Финансирование природоохранной деятельности. Экологические фонды. Регламентация воздействия на биосферу. Управление в области охраны окружающей среды. Международное сотрудничество. Переход к устойчивому развитию. Глобализация экологических проблем, причины и тенденции. Глобальный экологический форум в Рио-де-Жанейро в 1992 г. Глобальный форум в Йоханнесбурге в 2002 г. Киотское соглашение и его развитие. Реализация «устойчивого (поддерживающего) развития» на национальном и глобальном уровнях. Международные соглашения по охране биосферы. Экологическое воспитание, образование и культура.

КРАТКИЙ КУРС ЛЕКЦИЙ

Тема 1. Экология как наука

Современную экологию можно рассматривать как науку, занимающуюся изучением взаимоотношений организмов, в том числе и человека, со средой, определением масштабов и допустимых пределов воздействия человеческого общества на среду, возможностей уменьшения этих воздействий или их полной нейтрализации. В стратегическом плане - это наука о выживании человечества и выходе из экологического кризиса, который приобрел (или приобретает) глобальные масштабы в пределах всей планеты Земля.

Термин «**экология**» (от греч. *oikos* — дом, родина и *logos* — учение) впервые введен в 1866 г. немецким биологом, профессором Йенского университета Э. Геккелем (1834–1919).

Экология — это наука, изучающая взаимоотношения организмов между собой и с окружающей средой.

Предметом исследования экологии являются биологические макросистемы (популяция, биоценозы, экосистемы) и их динамика во времени и в пространстве.

Основные **задачи** экологии могут быть сведены к изучению динамики популяций, к учению о биоценозах и экосистемах. Структура биоценозов, на уровне формирования которых происходит освоение среды, способствует наиболее экономичному и полному использованию жизненных ресурсов. С этой точки зрения главная теоретическая и практическая задача экологии заключается в том, чтобы вскрыть законы этих процессов и научиться управлять ими в условиях неизбежной индустриализации и урбанизации нашей планеты.

Рассматривая **структуру** современной экологической науки, примерно соответствующую структуре естественнонаучной дисциплины в высших учебных заведениях, можно выделить три основные ветви экологии.

Первая ветвь. Общая экология, или биоэкология, — это изучение взаимоотношений живых систем разных рангов (организмов, популяций, экосистем) со средой и между собой. Эту часть экологии, в свою очередь, подразделяют на следующие разделы:

- аутэкологию, т.е. изучение закономерности взаимоотношений организмов отдельного вида со средой обитания;
- демэкологию или экологию популяций;
- синэкологию, т.е. экологию сообществ;
- экосистемную и биосферную экологию (см. гл. 6, 7).

Вторая ветвь. Геоэкология — это изучение геосфер, их динамики и взаимодействия, геофизических условий жизни, факторов (т.е. ресурсов и условий) неживой окружающей среды, действующей на организмы.

Третья ветвь. Прикладная экология — это аспекты инженерной, социальной, экономической охраны среды обитания человека, проблем взаимоотношений природы и общества, экологических принципов охраны природы.

Тема 2. Организм и среда обитания. Факторы среды

Жизнь — активное поддержание и самовоспроизведение специфической структуры, идущее с затратой полученной извне энергии. Жизнь на Земле существует в виде отдельных организмов и, независимо от строения и размеров, организмы всегда обособлены от окружающей их среды, при этом постоянно находятся во взаимодействии с ней.

Для живого характерны свойства, которые в совокупности делают живое живым. Такими свойствами являются самовоспроизведение, целостность и дискретность, рост и развитие, обмен веществ и энергии, наследственность и изменчивость, раздражимость, движение, внутренняя регуляция, специфичность взаимоотношений со средой.

Живой организм — целая биологическая система, состоящая из взаимозависимых и соподчиненных элементов, взаимоотношения которых и особенности строения определены их функционированием как целого. Главные отличия живых организмов — *способность к саморегуляции* (сохранению строения, состава и свойств) и *способность к самовоспроизведению* (многократному повторению своих характеристик в поколениях). По определению акад. М.В. Волькенштейна «Живые тела, существующие на Земле, представляют собой открытые, саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров — белков и нуклеиновых кислот».

Окружающий нас мир живых организмов биосферы представляет собой сочетание различных биологических систем разной структурной упорядоченности и разного организационного положения. В связи с этим выделяют разные уровни существования живого вещества — от крупных молекул до растений и животных различных организаций.

1. *Молекулярный* (генетический) — самый низкий уровень, на котором биологическая система проявляется в виде функционирования биологически активных крупных молекул — белков, нуклеиновых кислот, углеводов. С этого уровня наблюдаются свойства, характерные исключительно для живой материи: обмен веществ, протекающий при превращении лучистой и химической энергии, передача наследственности с помощью ДНК и РНК. Этому уровню свойственна устойчивость структур в поколениях.

2. *Клеточный* — уровень, на котором биологически активные молекулы сочетаются в единую систему. В отношении клеточной организации все организмы подразделяются на одноклеточные и многоклеточные.

3. *Тканевый* — уровень, на котором сочетание однородных клеток образует ткань. Он охватывает совокупность клеток, объединенных общностью происхождения и функций.

4. *Органный* — уровень, на котором несколько типов тканей функционально взаимодействуют и образуют определенный орган.

5. *Организменный* — уровень, на котором взаимодействие ряда органов сводится в единую систему индивидуального организма. Представлен определенными видами организмов.

6. *Популяционно-видовой*, где существует совокупность определенных однородных организмов, связанных единством происхождения, образом жизни и местом обитания. На этом уровне происходят элементарные эволюционные изменения в целом.

7. *Биоценоз и биогеоценоз* (экосистема) — более высокий уровень организации живой материи, объединяющий разные по видовому составу организмы. В биогеоценозе они взаимодействуют друг с другом на определенном участке земной поверхности с однородными абиотическими факторами.

8. *Биосферный* — уровень, на котором сформировалась природная система наиболее высокого ранга, охватывающая все проявления жизни в пределах нашей планеты. На этом уровне происходят все круговороты вещества в глобальном масштабе, связанные с жизнедеятельностью организмов.

Клетка — основная структурно-функциональная единица всех живых организмов, элементарная живая система. Она может существовать как отдельный организм (бактерии, простейшие, некоторые водоросли и грибы), так и в составе тканей многоклеточных организмов. Лишь вирусы представляют собой неклеточные формы жизни.

Экологические категории организмов

Продуценты — организмы, способные синтезировать органические вещества из неорганических с использованием внешних источников энергии. Так как продуценты сами производят органическое вещество, их называют **автотрофами** — самопитающимися, в отличие от всех остальных организмов, которые называют **гетеротрофами** — питаемыми другими.

В соответствии с источниками энергии, используемыми для синтеза органического вещества, автотрофы подразделяются на **фототрофов** (использующих энергию Солнца) и **хемотрофов** (использующих энергию химических связей, высвобождающуюся в процессе окисления минеральных веществ).

Основную массу фототрофов составляют зеленые растения, в клетках которых содержится хлорофилл и происходит процесс фотосинтеза. К этой категории также относятся цианобактерии и некоторые другие бактерии, проводящие фотосинтез не в хлорофилле, а в иных специализированных пигментах.

К хемотрофам относятся только бактерии, окисляющие различные минеральные вещества (нитрофицирующие бактерии, железобактерии, серобактерии и др.).

В природных сообществах продуценты играют важную роль: усваивая энергию Солнца или химических реакций и создавая органическое вещество, они как бы образуют запасы энергии, которая затем в виде пищи передается другим организмам.

Консументы (от лат. *konsumo* — потребляю) — организмы, не способные строить свои организмы из неорганических веществ и нуждающиеся в готовой органической пище. Это органическое вещество создается автотрофами. Пища используется консументами и как источник энергии, и как материал для построения их тела. К консументам относятся все животные от мельчайших примитивных до самых совершенных, включая человека. Есть консументы

и среди растений: это паразитирующие на других растениях. Существуют также растения со смешанным типом питания, например, росянки.

Среди консументов-животных выделяют растительноядных животных (консументы первого порядка), мелких и крупных хищников (консументов второго, третьего порядка и др.). Роль консументов-животных в сообществах определяется их подвижностью и относительно быстрой адаптацией, что способствует распространению жизни на планете. Кроме того, животные активно регулируют биомассу и рост растений.

Консументы также подразделяются на **сапрофагов** (питающихся мертвыми растительными остатками), **фитофагов** (потребителей живых растений), **зоофагов** (нуждающихся в живой пище) и **некрофагов** (трупоядных животных). Кроме того, организмы, питающиеся мертвыми остатками растений и животных — **детритом**, дополнительно выделяют в группу **детритофагов**.

Редуценты (от лат. *reducere* — возвращать) — организмы, использующие в качестве пищи органическое вещество и подвергающие его минерализации. Поэтому данная категория организмов также называется **деструкторами**, ибо они окончательно разрушают органические вещества до относительно простых неорганических соединений, используемых консументами в качестве пищи. Тем самым осуществляется возврат вещества в начало природной цепи питания.

К редуцентам относятся многие виды бактерий и грибов, разлагающих в процессе метаболизма мертвое органическое вещество (трупы животных, гниющие растения, фекалии) до минеральных составляющих. Именно они (редуценты) завершают биологические циклы вещества в биосфере, возвращая в почву, воду и воздух биогены (CO_2 , минеральные соли, воду, сероводород, азот и др.), которые вновь могут быть использованы растениями. Таким образом, поддерживается непрерывное течение жизни при ограниченном количестве, но многократном использовании биогенных элементов.

Гомеостаз (от греч. *homoios* — тот же, *statos* — состояние) — способность биологических систем противостоять изменениям и сохранять относительное динамическое постоянство своей структуры и свойств. Поддержание гомеостаза — неперемное условие существования как отдельных клеток и организмов, так целых биологических сообществ и экосистем.

Живое неотрывно от среды. Каждый отдельный организм, являясь самостоятельной биологической системой, постоянно находится в прямых или косвенных отношениях с разнообразными компонентами и явлениями окружающей его среды или среды обитания.

Среда обитания — одно из основных экологических понятий, которое означает весь спектр окружающих организм элементов и условий в той части пространства, где обитает организм, все то, среди чего он живет и с чем непосредственно взаимодействует. При этом организмы, приспособившись к определенному комплексу конкретных условий, в процессе жизнедеятельности сами постепенно изменяют эти условия, т.е. среду своего существования.

Экологический **фактор** — любой элемент окружающей среды, способный прямо или косвенно влиять на живой организм, хотя бы на одном из этапов его индивидуального развития.

Классификация факторов:

Чаще всего факторы делят на три группы.

1. Факторы неживой природы (**абиотические** или физико-химические). К ним относятся климатические, атмосферные, почвенные (эдафические), геоморфологические (орографические), гидрологические и другие.

2. Факторы живой природы (**биотические**) — влияние одних организмов или их сообществ на другие. Эти влияния могут быть со стороны растений (фитогенные), животных (зоогенные), микроорганизмов, грибов и т.п.

3. Факторы человеческой деятельности (**антропогенные**). В их числе различают прямое влияние на организмы (например, промысел) и косвенное — влияние на местообитание (например, загрязнение среды, уничтожение кормовых угодий, строительство плотин на реках и т.п.).

Интересна классификация факторов по периодичности и направленности действия, степени адаптации к ним организмов. В этом отношении выделяют факторы, **действующие строго периодически** (смены времени суток, сезонов года, приливо-отливные явления и т.п.), действующие без строгой периодичности, но повторяющиеся время от времени. Сюда относятся погодные явления, наводнения, ураганы, землетрясения и т.п. Следующая группа — **факторы направленного действия**, они обычно изменяются в одном направлении (потепление или похолодание климата, зарастание водоемов, заболачивание территорий и т.п.). И последняя группа — **факторы неопределенного действия**. Сюда относятся антропогенные факторы, наиболее опасные для организмов и их сообществ.

Влияние факторов среды определяется, прежде всего, их воздействием на обмен веществ организмов. Отсюда все экологические факторы по их действию можно подразделить на прямодействующие и косвеннодействующие. Те и другие могут оказывать существенные воздействия на жизнь отдельных организмов и на все сообщество. Экологические факторы могут выступать то в виде прямодействующего, то в виде косвенного. Каждый экологический фактор характеризуется определенными количественными показателями, например, силой и диапазоном действия.

Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется **оптимумом**, а дающая наименее благоприятный эффект — **пессимумом**, т.е. условия, при которых жизнедеятельность организма максимально угнетается, но он еще может существовать. Так, при выращивании растений при различных температурах точка, при которой наблюдается максимальный рост, и будет оптимумом. В большинстве случаев это некий диапазон температур, составляющий несколько градусов, поэтому лучше здесь говорить о **зоне оптимума**. Весь интервал температур, от минимальной до максимальной, при которых еще возможен рост, называют **диапазоном**

устойчивости (выносливости) или толерантности. Точки, ограничивающие

его, т.е. максимально и минимально пригодные для жизни температуры, — это **пределы устойчивости**. Между зоной оптимума и пределами устойчивости, по мере приближения к последним растение испытывает все нарастающий стресс, т.е. речь идет о **стрессовых зонах** или **зонах угнетения** в рамках диапазона устойчивости (рис. 1). По мере удаления от оптимума вниз и вверх по шкале не только усиливается стресс, а, в конечном итоге, по достижении пределов устойчивости организма происходит его гибель.



Рис. 1. Зависимость действия экологического фактора от его интенсивности

Правило оптимума. В соответствии с этим правилом, для экосистемы, организма или определенной стадии его развития имеется диапазон наиболее благоприятного (оптимального) значения фактора. За пределами зоны оптимума лежат зоны угнетения, переходящие в **критические точки (пределы выносливости)**, за которыми существование невозможно (рис. 1). К зоне оптимума обычно приурочена максимальная плотность популяции. Зоны оптимума для различных организмов неодинаковы. Для одних они имеют значительный диапазон. Такие организмы относятся к группе **эврибионтов** (греч. *эури* — широкий; *биос* — жизнь). Организмы с узким диапазоном адаптации к факторам называются **стенобионтами** (греч. *стенос* — узкий). Важно подчеркнуть, что зоны оптимума по отношению к различным факторам различаются, и поэтому организмы полностью проявляют свои потенциальные возможности в том случае, если весь спектр факторов имеет для них оптимальные значения.

Диапазон значений факторов (между критическими точками) называют **экологической валентностью** (рис. 1). Синонимом термина валентность является **толерантность** (лат. *толеранция* — терпение), или **пластичность** (изменчивость). Эти характеристики зависят в значительной мере от среды, в которой обитают организмы. Если она относительно стабильна по своим свойствам (малы амплитуды колебаний отдельных факторов), в ней больше стенобионтов

(например, в водной среде), если динамична, например, наземно-воздушная — в ней больше шансов на выживание имеют эврибионты.

В комплексном действии среды факторы по своему воздействию неравноценны для организмов. Их можно подразделить на *ведущие* (главные) и *фоновые* (сопутствующие, второстепенные). Ведущие факторы различны для разных организмов, если даже они живут в одном месте. В роли ведущего фактора на разных этапах жизни организма могут выступать то одни, то другие элементы среды. Например, в жизни многих культурных растений, таких, как злаки, в период прорастания ведущим фактором является температура, в период колосения и цветения — почвенная влага, в период созревания — количество питательных веществ и влажность воздуха. Роль ведущего фактора в разное время года может меняться.

Ведущий фактор может быть неодинаков у одних и тех же видов, живущих в разных физико-географических условиях.

Понятие о ведущих факторах нельзя смешивать с понятием об *ограничивающих факторах*. Фактор, уровень которого в качественном или количественном отношении (недостаток или избыток) оказывается близким к пределам выносливости данного организма, называется *ограничивающим* или *лимитирующим*.

Понятие о лимитирующих факторах было введено в 1840 г. Ю. Либихом. Им был сформулирован закон минимума, согласно которому развитие растений лимитируется не теми элементами питания, которые присутствуют в почве в изобилии, а теми, которых очень мало (например, цинк или бор). Закон минимума справедлив и для животных, и для человека. Здоровье человека определяется в том числе и специфическими веществами, которые присутствуют в организме в ничтожных количествах (витамины, микроэлементы).

Любому живому организму или сообществу организмов необходимы не вообще температура, влажность, пища и т.д., а их определенный режим, т.е. границы допустимых колебаний этих факторов. Диапазон между экологическим минимумом и экологическим максимумом составляет пределы устойчивости, т.е. толерантности данного организма — этот **закон толерантности** был сформулирован в 1910 г. В. Шелфордом.

Правило взаимодействия факторов. Сущность его заключается в том, что **одни факторы могут усиливать или смягчать силу действия других факторов**. Например, избыток тепла может в какой-то мере смягчаться пониженной влажностью воздуха, недостаток света для фотосинтеза растений — компенсироваться повышенным содержанием углекислого газа в воздухе и т.п. Из этого, однако, не следует, что факторы могут взаимозаменяться. Они не взаимозаменяемы.

Животные и растения вынуждены приспособляться к множеству факторов непрерывно изменяющихся условий жизни.

Адаптация — приспособление организмов (и видов) к среде — фундаментальное свойство живой природы.

Адаптация имеет следующие особенности:

Приспособленность к одному фактору среды, например повышенной влажности, не дает организму такой же приспособленности к другим условиям среды (температуре и т.п.). Эта закономерность называется *законом относительной независимости адаптации*:

Правило экологической индивидуальности: каждый вид специфичен по экологическим возможностям адаптации, двух идентичных видов не существует.

Правило соответствия условий среды обитания генетической предопределенности организма гласит: вид организмов может существовать до тех пор и постольку, поскольку окружающая его среда соответствует генетическим возможностям приспособления к ее колебаниям и изменениям.

Любой живой организм приспособлен (адаптирован) к определенным условиям окружающей среды.

Экологическая ниша — это совокупность:

— всех требований организма к условиям среды обитания (составу и режимам экологических факторов) и место, где эти требования удовлетворяются;

— всего множества биологических характеристик и физических параметров среды, определяющих условия существования того или иного вида, преобразование им энергии, обмен информацией со средой и себе подобными.

Тема 3. Экология популяций (демэкология)

Популяция — это совокупность особей одного вида, способная к самовоспроизведению, более или менее изолированная в пространстве и во времени от других аналогичных совокупностей того же вида.

Пространство или ареал, занимаемое популяцией, может быть различным как для разных видов, так и в пределах одного вида. Величина ареала популяции определяется в значительной мере подвижностью особей или *радиусом индивидуальной активности*. Если радиус индивидуальной активности невелик, величина популяционного ареала обычно также невелика.

Популяция обладает не только биологическими свойствами составляющих ее организмов, но и собственными, присущими только группе особей в целом. Рождаемость, смертность, возрастная структура, плотность населения и другие свойства могут иметь смысл только на групповом уровне. Основными экологическими характеристиками популяции считаются:

— *величина* по занимаемому пространству и по численности особей;

— *структура* возрастная, половая, пространственная, экологическая и др.;

— *динамика*.

Численность популяции — это общее количество особей на данной территории или в данном объеме. Зависит от соотношения интенсивности размножения (плодовитости) и смертности. В период размножения происходит рост популяции. Смертность же, наоборот, приводит к сокращению ее численности.

Плотность популяции — численность популяции, отнесенная к единице занимаемого пространства. Определяется количеством особей или биомассой на единицу площади либо объема, например: 400 деревьев на 1 га, 0,5 г циклопов в 1 м³ воды.

Важно различать *среднюю плотность*, т.е. численность или биомассу на единицу всего пространства, и *удельную или экологическую плотность* — численность или биомассу на единицу обитаемого пространства, доступной площади объема, которые фактически могут быть заняты популяцией.

Поскольку длительность существования популяции значительно превышает продолжительность жизни отдельных особей, в ней всегда присутствует смена поколений. И даже если численность популяции постоянна, то постоянство является результатом динамического равновесия прибыли и убыли особей.

Рождаемость — это число особей N , родившихся за некоторый промежуток времени dt — dN_n/dt . Для сравнения популяций разной численности величину dN_n/dt относят к общему числу особей N в начале промежутка времени dt . Полученную величину dN_n/Ndt называют *удельной рождаемостью*. Единица времени, выбранная для оценки рождаемости, изменяется в зависимости от интенсивности размножения организмов, образующих популяцию. Для популяции бактерий единицей времени может быть час, для планктонных водорослей — сутки, для насекомых — недели или месяцы, для крупных млекопитающих — годы. *Смертность* — величина, противоположная рождаемости. Она оценивается числом особей dN_m , погибших за время dt . Удельная смертность выражается как dN_m/Ndt .

Рождаемость и смертность, динамика численности напрямую связаны с возрастной структурой популяции. Популяция состоит из разных по возрасту и полу особей. Для каждого вида, а иногда и для каждой популяции внутри вида характерны свои соотношения возрастных групп. На эти соотношения влияют общая продолжительность жизни, время достижения половой зрелости, интенсивность размножения — особенности, вырабатываемые в процессе эволюции как приспособления к определенным условиям. По отношению к популяции обычно выделяют три экологических возраста: *предрепродуктивный, репродуктивный и пострепродуктивный*. В быстрорастущих популяциях значительную долю составляют молодые особи. В популяциях, находящихся в стационарном состоянии, возрастное распределение относительно равномерное. В популяциях, численность которых снижается, содержится большая доля старых особей.

Тема 4. Экология сообществ (синэкология)

Популяции разных видов в природных условиях объединяются в системы более высокого ранга — **сообщества** и **биоценозы**.

Термин «биоценоз» был предложен немецким зоологом К. Мебиусом и обозначает организованную группу популяций растений, животных и микроорганизмов, приспособленных к совместному обитанию в пределах определенного объема пространства.

Любой биоценоз занимает определенный участок абиотической среды. **Биотоп** — пространство с более или менее однородными условиями, заселенное тем или иным сообществом организмов.

Важнейший вид взаимоотношений между организмами в биоценозе, фактически формирующий его структуру, — это пищевые связи хищника и жертвы: одни — поедающие, другие — поедаемые.

Пищевая цепь — это последовательность организмов, в которой каждый из них съедает или разлагает другой. Она представляет собой путь движущегося через живые организмы однонаправленного потока поглощенной при фотосинтезе малой части высокоэффективной солнечной энергии, поступившей на Землю. В конечном итоге эта цепь возвращается в окружающую природную среду в виде низкоэффективной тепловой энергии. По ней также движутся питательные вещества от продуцентов к консументам и далее к редуцентам, а затем обратно к продуцентам. Каждое звено пищевой цепи называют *трофическим уровнем*.

Первый трофический уровень занимают автотрофы, иначе именуемые первичными продуцентами. Организмы второго трофического уровня называют первичными консументами, третьего — вторичными консументами и т.д. Обычно бывают четыре или пять трофических уровней и редко более шести.

Существуют два главных типа пищевых цепей — пастбищные (или «выедания») и детритные (или «разложения»).

В *пастбищных пищевых цепях* первый трофический уровень занимают зеленые растения, второй — пастбищные животные (термин «пастбищные» охватывает все организмы, питающиеся растениями), а третий — хищники.

Детритная пищевая цепь начинается с детрита по схеме: детрит — детритофаг — хищник.

Концепция пищевых цепей позволяет в дальнейшем проследить круговорот химических элементов в природе, хотя простые пищевые цепи в природе встречаются редко. Реальные пищевые связи намного сложнее, ибо животное может питаться организмами разных типов, входящих в одну и ту же пищевую цепь или в различные цепи, что особенно характерно для хищников (консументов) высших трофических уровней. Таким образом, в природе пищевые цепи переплетаются, образуют пищевые (трофические) сети.

Для наглядности представления взаимоотношений между организмами различных видов в биоценозе принято использовать экологические пирамиды, различая пирамиды численности, биомасс и энергии (см. рис. 2 ниже).

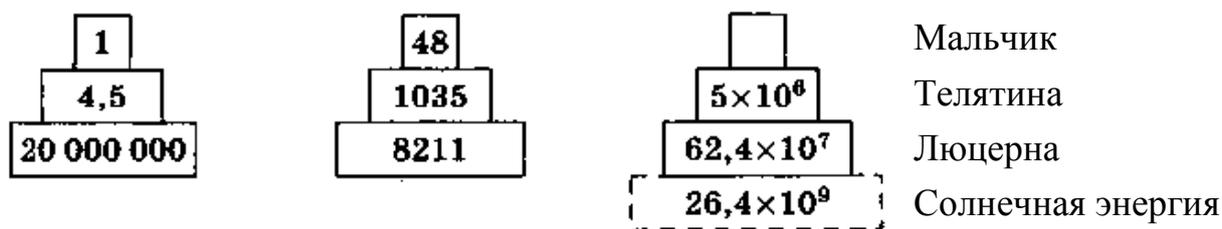


Рис. 2. Экологические пирамиды (по Ю. Одуму). Без соблюдения масштаба

Р. Линдеман (1942) сформулировал закон пирамиды энергий или правило 10%: с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой, более высокий ее уровень (по «лестнице» продуцент — консумент — редуцент), в среднем около 10% энергии, поступившей на предыдущий уровень экологической пирамиды.

Вместе с полезными веществами с одного трофического уровня на другой поступают и «вредные» вещества. Однако если полезное вещество при его излишке легко выводится из организма, то вредное не только плохо выводится, но и накапливается в пищевой цепи. Таков закон природы, называемый *правилом накопления токсических веществ (биотического усиления)* в пищевой цепи и справедливый для всех биоценозов.

Видовая структура биоценозов

Видовая структура — это количество видов, образующих биоценоз, и соотношение их численностей. Видовой состав и насыщенность биоценоза зависят от условий среды. На Земле существуют как резко обедненные сообщества полярных пустынь, так и богатейшие сообщества тропических лесов, коралловых рифов и т.п.

Виды, преобладающие по численности, массе и развитию, называют **доминантными** (от лат. *dominantis* — господствующий). Однако, среди них выделяют **эдификаторы** (от лат. *Edifikator* — строитель) — виды, которые своей жизнедеятельностью в наибольшей степени формируют среду обитания, предопределяя существование других организмов. Именно они порождают спектр разнообразия в биоценозе.

Межвидовые взаимоотношения

Они могут быть безразличными, вредными или полезными для партнеров. При **нейтрализме** оба вида живут на одной территории, не вступая в отношения друг с другом, например, дятлы неподалеку от дроздов в буковом лесу или гидроидные полипы на раковине моллюска. Может существовать **конкуренция** за одинаковую пищу или жизненное пространство, например, между двумя видами воробьиных — славкой и соловьем. Конкуренция может быть между особями одного вида (**внутривидовая**) или разных видов (**межвидовая**), причем и та и другая важны для сообщества. Считают, что конкуренция, особенно межвидовая, — главный механизм возникновения биоразнообразия.

Мутуализм приносит выгоду обоим партнерам — при **симбиозе** жизненно важную, при **протокооперации** не очень значительную. Так, жвачные

животные и микроорганизмы их рубца не могут существовать друг без друга, а гидра, напротив, может жить без водоросли хлореллы, как и та без нее.

Нередко польза и вред бывают односторонними. Для льва безразлично, поедают ли грифы и шакалы остатки его пищи (**комменсализм**); для жуков-навозников несущественно, что в полете они переносят нематод-копрофагов к новым навозным кучам — их субстрату. При **паразитизме и хищничестве** один из партнеров извлекает для себя пользу во вред другому. Эти два типа взаимоотношений, как уже было отмечено ранее, различаются тем, что в первом случае нападающий организм меньше своей жертвы, а во втором — крупнее. Репродуктивный потенциал, как правило, у паразита больше, чем у хозяина, а у хищника — меньше, чем у жертвы.

Взаимоотношения хищник — жертва. В среде, не имеющей укрытий для размножения, хищник рано или поздно уничтожает популяцию жертвы и после этого вымирает сам. В естественных условиях возникает следующая временная и причинно-следственная цепь: размножение жертвы → размножение хищника → резкое сокращение численности жертвы → падение численности хищника → размножение жертвы и т.д. Эта кибернетическая система с отрицательной обратной связью приводит к устойчивому равновесию. Волны флуктуаций хищника и жертвы следуют друг за другом с постоянным сдвигом по фазе, а в среднем, численность как хищника, так и жертвы остается постоянной

В. Вольтерра (1931), изучая отношения хищник — жертва, вывел следующие законы. 1. *Закон периодического цикла* — процесс уничтожения жертвы хищником нередко приводит к периодическим колебаниям численности популяций обоих видов, зависящим не только от скорости роста популяций хищника и жертвы, и от исходного соотношения их численности. 2. *Закон сохранения средних величин* — средняя численность популяции для каждого вида постоянна, независимо от начального уровня, при условии, что специфические скорости увеличения численности популяций, а также эффективность хищничества постоянны. 3. *Закон нарушения средних величин* — сокращение популяций обоих видов пропорционально их численности, средняя численность популяции жертвы растет, а популяции хищников — падает.

Тема 5. Экологические системы

Живые организмы и их неживое (абиотическое) окружение неразделимо связаны друг с другом, находятся в постоянном взаимодействии. Любая единица (биосистема), включающая все совместно функционирующие организмы (биотическое сообщество) на данном участке и взаимодействующая с физической средой таким образом, что поток энергии создает четко определенные структуры и круговорот веществ между живой и неживой частями, представляет собой экологическую систему. Экологическая система, или экосистема, — основная функциональная единица в экологии, так как в нее входят организмы и неживая среда — компоненты, взаимно влияющие на свойства друг друга и необходимые условия для поддержания жизни в той ее форме, которая существует на Земле. Термин «экосистема» впервые был предложен в 1935 г. английским экологом А. Тенсли (1871–1955).

В настоящее время широкое распространение получило следующее определение экосистемы. **Экосистема** — это любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ. По Н.Ф. Реймерсу (1990), **экосистема** — это любое сообщество живых существ и его среда обитания, объединенные в единое функциональное целое, возникающее на основе взаимозависимости и причинно-следственных связей, существующих между отдельными экологическими компонентами.

Структура экосистем

Любую экосистему, прежде всего, можно разделить на совокупность организмов и совокупность неживых (абиотических) факторов окружающей природной среды. В свою очередь, экотоп состоит из климата во всех многообразных его проявлениях и геологической среды (почв и грунтов), называемой **эдафотопом** (от греч. *edaphos* — почва). **Экотоп** — это то, откуда биоценоз черпает средства для существования и куда выделяет продукты жизнедеятельности.

Структура живой части биогеоценоза определяется трофо-энергетическими связями и отношениями, в соответствии с которыми выделяют три главных функциональных компонента:

— комплекс автотрофных организмов-продуцентов, обеспечивающих органическим веществом и, следовательно, энергией остальные организмы (фитоценоз (зеленые растения), а также фото- и хемосинтезирующие бактерии);

— комплекс гетеротрофных организмов-консументов, живущих за счет питательных веществ, созданных продуцентами (зооценоз (животные), а также бесхлорофилльные растения);

— комплекс организмов-редуцентов, разлагающих органические соединения до минерального состояния (микробоценоз, грибы и прочие организмы, питающиеся мертвым органическим веществом).

Продуктивность экосистем

В процессе жизнедеятельности биоценоза создается и расходуется органическое вещество, т.е. соответствующая экосистема обладает определенной продуктивностью биомассы. Биомассу измеряют в единицах массы или выражают количеством энергии, заключенной в тканях.

Продуктивность — это скорость производства биомассы в единицу времени, которую нельзя взвесить, а можно только рассчитать в единицах энергии или накопления органических веществ.

Первичная продуктивность экосистемы, сообщества или любой их части определяется как скорость, с которой энергия Солнца усваивается организмами-продуцентами (в основном зелеными растениями) в ходе фотосинтеза или химического синтеза (хемопродуцентами). Эта энергия материализуется в виде органических веществ тканей продуцентов.

Принято выделять четыре последовательные ступени (или стадии) процесса производства органического вещества:

— *валовая первичная продуктивность* — общая скорость накопления органических веществ продуцентами (скорость фотосинтеза), включая те, что были израсходованы на дыхание и секреторные функции. Растения на процессы жизнедеятельности тратят примерно 20% производимой химической энергии;

— *чистая первичная продуктивность* — скорость накопления органических веществ за вычетом тех, что были израсходованы при дыхании и секреции за изучаемый период. Эта энергия может быть использована организмами следующих трофических уровней;

— *чистая продуктивность сообщества* — скорость общего накопления органических веществ, оставшихся после потребления гетеротрофами-консументами (чистая первичная продукция минус потребление гетеротрофами). Она обычно измеряется за какой-то период, например, вегетационный период роста и развития растений или за год в целом;

— *вторичная продуктивность* — скорость накопления энергии консументами. Ее не делят на «валовую» и «чистую», так как консументы потребляют лишь ранее созданные (готовые) питательные вещества, расходуя их на дыхание и секреторные нужды, а остальное превращая в собственные ткани.

Круговороты веществ

Солнечная энергия на Земле вызывает два круговорота веществ: большой или геологический, наиболее ярко проявляющийся в круговороте воды и циркуляции атмосферы, и малый, биологический (биотический), развивающийся на основе большого и состоящий в непрерывном, циклическом, но неравномерном во времени и пространстве, и сопровождающийся более или менее значительными потерями закономерного перераспределения вещества, энергии и информации в пределах экологических систем различного уровня организации.

Взаимодействие абиотических факторов и живых организмов экосистемы сопровождается непрерывным круговоротом вещества между биотопом и биоценозом в виде чередующихся то органических, то минеральных соединений. Обмен химических элементов между живыми организмами и неорганической

средой, различные стадии которого происходят внутри экосистемы, называют *биогеохимическим круговоротом*, или *биогеохимическим циклом*.

Существование подобных круговоротов создает возможность для саморегуляции (гомеостаза) системы, что придает экосистеме устойчивость: удивительное постоянство процентного содержания различных элементов. Здесь действует принцип функционирования экосистем: *получение ресурсов и избавление от отходов происходят в рамках круговорота всех элементов*.

Динамика экосистем

Сложение экосистем — динамический процесс. В экосистемах постоянно происходят изменения в состоянии и жизнедеятельности их членов и соотношении популяций. Многообразные изменения, происходящие в любом сообществе, относят к двум основным типам: циклические и поступательные.

Практически каждая экологическая система приспособлена к ритмическим изменениям абиотических факторов. Реакция выражается в изменении активности биоценозов и преимущественно связана с суточными и сезонными изменениями условий среды обитания. Характерно, что при такой динамике сохраняются принципиальные свойства экосистемы, в том числе целостность и функциональная устойчивость. Даже сезонные изменения видового состава не нарушают общую характеристику каждой данной экосистемы, ибо закономерно повторяются каждый год.

Динамика экосистемы определяется серией сменяющих друг друга сообществ.

Экологическая сукцессия (от лат. *successio* — преемственность, наследование), **сукцессионное замещение** или **биологическое развитие** — развитие, при котором в пределах одной и той же территории (биотопа) происходит последовательная смена одного биоценоза другим в направлении повышения устойчивости экосистемы.

Сукцессионный ряд — цепь сменяющих друг друга биоценозов. Процессы сукцессии занимают определенные промежутки времени, чаще всего, это годы и десятки лет, но встречаются и очень быстрые смены сообществ, например, во временных водоемах, и очень медленные — вековые изменения экосистем, связанные с эволюцией на Земле.

Сукцессия завершается формированием сообщества, наиболее адаптированного по отношению к комплексу сложившихся климатических условий. Такое сообщество было названо Ф. Клементсом климакс-формацией или просто **климаксом** (от греч. *klimax* — лестница), хотя в современной литературе по экологии иногда встречается и другой термин-синоним — **зрелое сообщество**.

По общему характеру сукцессии делят на первичные и вторичные.

Первичные сукцессии. Они начинаются на **субстрате**, не измененном (или почти не измененном) деятельностью живых организмов. Так, через серию промежуточных сообществ формируются устойчивые сообщества на скалах, песках, обрывах, остывшей вулканической лаве, глинах после отступления ледника или прохождения селя и т.п. Одна из основных функций сукцессии такого

рода — постепенное накопление органических остатков и, как результат, создание (или изменение) почвы первичными колонистами. Далее меняется гидрологический режим и происходят прочие изменения местообитания. Первичная сукцессия от голой скальной породы к зрелому лесу может занять от нескольких сотен до тысяч лет.

Вторичные сукцессии. Они развиваются на субстрате, первоначально измененном деятельностью комплекса живых организмов, существовавших на данном месте ранее — до пожара, наводнения, вырубki и т.п. В таких местах обычно почва или донные отложения не уничтожены, т.е. сохраняются богатые жизненные ресурсы и сукцессии, чаще всего, бывают восстановительными.

Вся область распространения жизни на Земле состоит из нескольких основных наземных экосистем (биомов) — пустынных, травянистых и лесных, а также водных (озер, рек и океанов). Каждой экосистеме присущи типичные сообщества растений и животных, а также редуцентов, приспособленных к определенным условиям окружающей среды, главным образом, к климатическим особенностям.

Тема 6. Биосфера

Биосфера (от греч. *bios* — жизнь, *sphaira* — шар) — область системного взаимодействия живого и неживого вещества планеты. Она представляет собой глобальную экосистему — совокупность всех биогеоценозов (экосистем) нашей планеты. Первые представления о биосфере как «области жизни» и наружной оболочке Земли были высказаны в начале XIX в. Ж. Ламарком. В 1875 г. австрийский геолог Э. Зюсс впервые ввел в научную литературу современный термин «биосфера», понимая под ним область взаимодействия основных оболочек Земли: атмо-, гидро- и литосферы, где встречаются живые организмы.

Владимир Иванович Вернадский (1863-1945) использовал этот термин и создал науку с аналогичным названием. Если с понятием «биосфера», по Зюссу, связывалось только наличие в трех сферах земной оболочки (твердой, жидкой и газообразной) живых организмов, то, по В.И. Вернадскому, им отводится роль главной геохимической силы. При этом в понятие биосферы включается преобразующая деятельность организмов не только в границах распространения жизни в настоящее время, но и в прошлом. В таком случае под биосферой понимается все пространство (оболочка Земли), где существует или когда-либо существовала жизнь, то есть где встречаются живые организмы или продукты их жизнедеятельности. В.И. Вернадский не только сконкретизировал и очертил границы жизни в биосфере, но, самое главное, всесторонне раскрыл роль живых организмов в процессах планетарного масштаба. Он показал, что в природе нет более мощной геологической (средообразующей) силы, чем живые организмы и продукты их жизнедеятельности.

Структура биосферы. Биосфера включает в себя:

- аэробiosферу — нижнюю часть атмосферы;
- гидробiosферу — всю гидросферу;

— литобиосферу — верхние горизонты литосферы (твердой земной оболочки).

Границы биосферы. По современным представлениям **необиосфера** в атмосфере простирается примерно до озонового экрана (у полюсов 8–10 км, у экватора — 17–18 км и над остальной поверхностью Земли — 20–25 км). За пределами озонового слоя жизнь невозможна вследствие наличия губительных космических ультрафиолетовых лучей. Гидросфера практически вся, в том числе и самая глубокая впадина (Марианская) Мирового океана (11022 м), занята жизнью. К необиосфере следует относить также и донные отложения, где возможно существование живых организмов. В литосферу жизнь проникает на несколько метров, ограничиваясь в основном почвенным слоем, но по отдельным трещинам и пещерам она распространяется на сотни метров.

Живое вещество, его средообразующие свойства и функции в биосфере

Термин «живое вещество» введен в литературу В.И. Вернадским. Под ним он понимал совокупность всех живых организмов, выраженную через массу, энергию и химический состав.

Вещества неживой природы относятся к **косным** (например, минералы). В природе, кроме этого, довольно широко представлены биокосные вещества, образование и сложение которых обуславливается живыми и косными составляющими (например, почвы, воды).

Свойства живого вещества. К основным уникальным особенностям живого вещества, обуславливающим его крайне высокую средообразующую деятельность, можно отнести следующие:

1. **Способность быстро занимать (осваивать) все свободное пространство.** В.И. Вернадский назвал это всюдностью жизни. Данное свойство дало основание В.И. Вернадскому сделать вывод, что для определенных геологических периодов количество живого вещества было примерно постоянным (константой).

2. **Движение не только пассивное** (под действием силы тяжести, гравитационных сил и т.п.), но и активное, например, против течения воды, силы тяжести, движения воздушных потоков и т.п.

3. **Устойчивость при жизни и быстрое разложение после смерти** (включение в круговороты), сохраняя при этом высокую физико-химическую активность.

4. **Высокая приспособительная способность (адаптация) к различным условиям** и в связи с этим освоение не только всех сред жизни (водной, наземно-воздушной, почвенной, организменной), но и крайне трудных по физико-химическим параметрам условий. Например, некоторые организмы выносят температуры, близкие к значениям абсолютного нуля -273°C , микроорганизмы встречаются в термальных источниках с температурами до 140°C , в водах атомных реакторов, в бескислородной среде, в ледовых панцирях и т.п.

5. **Феноменально высокая скорость протекания реакций.** Она на несколько порядков (в сотни, тысячи раз) значительно превышает, чем в неживом веществе.

Об этом свойстве можно судить по скорости переработки вещества организмами в процессе жизнедеятельности. Например, гусеницы некоторых насекомых потребляют за день количество пищи, которое в 100–200 раз больше веса их тела.

6. Высокая скорость обновления живого вещества. Подсчитано, что в среднем для биосферы она составляет 8 лет, при этом для суши — 14 лет, а для океана, где преобладают организмы с коротким периодом жизни (например, планктон), — 33 дня. В результате высокой скорости обновления за всю историю существования жизни общая масса живого вещества, прошедшего через биосферу, примерно в 12 раз превышает массу Земли. Только небольшая часть его (доли процента) законсервирована в виде органических остатков, остальная же включилась в процессы круговорота.

Все перечисленные и другие свойства живого вещества **обуславливаются концентрацией в нем больших запасов энергии.** Согласно В.И. Вернадскому, по энергетической насыщенности с живым веществом может соперничать только лава, образующаяся при извержении вулканов.

Средообразующие функции живого вещества. Вся деятельность живых организмов в биосфере можно, с определенной долей условности, свести к нескольким основополагающим функциям, которые позволяют значительно дополнить представление об их преобразующей биосферно-геологической роли.

В.И. Вернадский выделял девять функций живого вещества: газовую, кислородную, окислительную, кальциевую, восстановительную, концентрационную и другие. В настоящее время название этих функций несколько изменено, некоторые из них объединены. Мы приводим их в соответствии с классификацией А.В. Лапо (1987).

1. **Энергетическая.** Связана с запасанием энергии в процессе фотосинтеза, передачей ее по цепям питания, рассеиванием.

2. **Газовая** — способность изменять и поддерживать определенный газовый состав среды обитания и атмосферы в целом. В частности, включение углерода в процессы фотосинтеза, а затем в цепи питания обуславливало аккумуляцию его в биогенном веществе (органические остатки, известняки и т.п.). В результате этого шло постепенное уменьшение содержания углерода и его соединений, прежде всего двуокиси (CO_2), в атмосфере с десятков процентов до современных 0,03%. Это же относится к накоплению в атмосфере кислорода, синтезу озона и другим процессам.

3. **Окислительно-восстановительная.** Связана с интенсификацией под влиянием живого вещества процессов как окисления, благодаря обогащению среды кислородом, так и восстановления, прежде всего, в тех случаях, когда идет разложение органических веществ при дефиците кислорода. Восстановительные процессы обычно сопровождаются образованием и накоплением сероводорода, а также метана. Это, в частности, делает практически безжизненными глубинные слои болот, а также значительные придонные толщи воды (например, в Черном море).

4. **Концентрационная** — способность организмов концентрировать в своем теле рассеянные химические элементы, повышая их содержание по сравнению с окружающей организмы средой на несколько порядков (по марганцу, например, в теле отдельных организмов — в миллионы раз). Результат концентрационной деятельности — залежи горючих ископаемых, известняки, рудные месторождения и т.п. Эту функцию живого вещества всесторонне изучает наука биоминералогия. Организмы-концентраторы используются для решения конкретных прикладных вопросов, например, для обогащения руд интересующими человека химическими элементами или соединениями.

5. **Деструктивная** — разрушение организмами и продуктами их жизнедеятельности как самих остатков органического вещества, так и косных веществ. Основной механизм этой функции связан с круговоротом веществ. Наиболее существенную роль в этом отношении выполняют низшие формы жизни — грибы, бактерии (деструкторы, редуценты).

6. **Транспортная** — перенос вещества и энергии в результате активной формы движения организмов. Часто такой перенос осуществляется на колоссальные расстояния, например, при миграциях и кочевках животных. С транспортной функцией в значительной мере связана концентрационная роль сообществ организмов, например, в местах их скопления (птичьи базары и другие колониальные поселения).

7. **Средообразующая**. Эта функция является в значительной мере интегративной (результат совместного действия других функций). С ней в конечном счете связано преобразование физико-химических параметров среды. Эту функцию можно рассматривать в широком и более узком планах.

В широком понимании результатом данной функции является вся природная среда. Она создана живыми организмами, они же и поддерживают в относительно стабильном состоянии ее параметры практически во всех геосферах.

Основные свойства биосферы

Биосфере, как и составляющим ее другим экосистемам более низкого ранга, присуща система свойств, которые обеспечивают ее функционирование, саморегулирование, устойчивость и другие параметры. Рассмотрим основные из них.

1. **Биосфера — централизованная система**. Центральным звеном ее выступают живые организмы (живое вещество). Это свойство всесторонне раскрыто В.И. Вернадским, но, к сожалению, часто не дооценивается человеком и в настоящее время в центр биосферы или ее звеньев ставится только один вид — человек (антропоцентризм).

2. **Биосфера — открытая система**. Ее существование немислимо без поступления энергии извне. Она испытывает воздействие космических сил, прежде всего, солнечной активности.

3. **Биосфера — саморегулирующаяся система**, для которой, как отмечал В.И. Вернадский, характерна **организованность**. В настоящее время это свойство называют гомеостазом, понимая под ним способность возвращаться

в исходное состояние, гасить возникающие возмущения включением ряда механизмов. Гомеостатические механизмы связаны в основном с живым веществом, его свойствами и функциями, рассмотренными выше.

Опасность современной экологической ситуации связана, прежде всего, с тем, что нарушаются многие механизмы гомеостаза. Их следствие — экологические кризисы. Результатом этого является либо распад экосистем (например, расширяющиеся площади опустыненных земель), либо появление неустойчивых, практически лишенных свойств гомеостаза, систем типа агроценозов или урбанизированных (городских) комплексов. Человечеству, к сожалению, отпущен крайне малый промежуток времени для того, чтобы не произошел глобальный кризис и следующие за ним катастрофы и коллапс (полный и необратимый распад системы).

4. Биосфера — система, характеризующаяся большим разнообразием. Разнообразие — важнейшее свойство всех экосистем. Биосфера как глобальная экосистема характеризуется максимальным среди других систем разнообразием. Последнее обуславливается многими причинами и факторами. Это и разные среды жизни (водная, наземно-воздушная, почвенная, организменная), и разнообразие природных зон, различающихся по климатическим, гидрологическим, почвенным, биотическим и другим свойствам, и наличие регионов, различающихся по химическому составу (геохимические провинции), и, самое главное, объединение в рамках биосферы большого количества элементарных экосистем со свойственным им видовым разнообразием.

В настоящее время описано около 2 млн. видов (примерно 1,5 млн. животных и 0,5 млн. растений). Полагают, однако, что число видов на Земле в 2–3 раза больше, чем их описано. Не учтены многие насекомые и микроорганизмы, особенно в тропических лесах, глубинных частях океанов и в других малоосвоенных местообитаниях. Кроме этого, современный видовой состав — это лишь небольшая часть видового разнообразия, которое принимало участие в процессах биосферы за период ее существования. Дело в том, что каждый вид имеет определенную продолжительность жизни (10–30 млн. лет), и поэтому с учетом постоянной смены и обновления видов число видов, принимавших участие в становлении биосферы, исчисляется сотнями миллионов. Считается, что к настоящему времени арену биосферы оставили более 95% видов.

Разнообразие биосферы за счет элементарных экосистем по вертикали обуславливается ярусностью или экогоризонтами растительного покрова и связанных с ними животных организмов, а в горизонтальном направлении неравномерностью распределения организмов, их группировок и связанных с ними факторов (увлажнение, микрорельеф, обеспеченность элементами питания и т.п.).

Для любой природной системы разнообразие — одно из важнейших ее свойств. С ним связана возможность дублирования, подстраховки, замены одних звеньев другими (например, на видовом или популяционном уровнях), степень сложности и прочности пищевых и других связей.

Поэтому разнообразие рассматривают как основное условие устойчивости любой экосистемы и биосферы в целом.

Биогеохимические циклы

Живое вещество по массе составляет 0,01–0,02% от косного вещества биосферы, однако играет ведущую роль в биогеохимических процессах. Ежегодная продукция живого вещества в биосфере составляет 232,5 млрд. т. сухого органического вещества.

Живое вещество является наиболее активным компонентом биосферы. Оно осуществляет гигантскую геохимическую работу, преобразовывая другие оболочки Земли в геологическом масштабе времени.

Все химические элементы живой материи циркулируют в биосфере по характерным путям, переходя из внешней среды в организмы, а затем возвращаясь во внешнюю среду. Эти в большей или меньшей степени замкнутые пути называют *биогеохимическими циклами* (или круговоротами), причем «био» относится к живым организмам, а «гео» — к горным породам, воздуху и воде. Термин «*биогеохимия*» предложен академиком В.И. Вернадским.

В каждом цикле различают две части или два фонда:

— резервный фонд — большая масса медленно движущихся веществ, в основном — небиологический компонент;

— подвижный или обменный фонд — меньший, но более активный, для которого характерен быстрый обмен между организмами и их непосредственным окружением.

Для биосферы в целом все биогеохимические круговороты делят на круговорот газообразных веществ с резервным фондом в атмосфере или гидросфере (океан) и осадочный цикл с резервным фондом в земле.

Антропогенное вмешательство в биосферные процессы порой так ускоряет движение многих веществ, что их круговороты становятся значительно менее совершенными или процесс теряет цикличность. Складываются различные противоестественные ситуации, например, в одних местах возникает недостаток каких-либо веществ, а в других — их избыток. В частности, добыча и переработка фосфатных пород ведется столь несовершенно, что вблизи шахт, карьеров и заводов создается сильное локальное загрязнение. Кроме того, в сельском хозяйстве используется все больше и больше фосфорных удобрений, а неизбежное попадание фосфатов в водоемы, за которым следует их эвтрофикация, никак не контролируется.

При оценке влияния деятельности человека на биогеохимические циклы важное значение имеют сравнительные объемы резервных фондов. Изменениям подвергаются в первую очередь самые малообъемные фонды. Усилия по охране природных ресурсов, в конечном счете, должны быть направлены на то, чтобы превратить нециклические процессы в циклические. В связи с этим основной целью должно быть возвращение веществ в круговорот, обеспечивающее их повторное использование.

Тема 7. Рациональное природопользование

В экологии различают понятия «природные условия» и «природные ресурсы». **Природные условия** — понятие очень широкое, охватывающее все аспекты природы, о них говорят безотносительно к человеку и его деятельности.

Природные ресурсы (естественные) — это природные объекты и явления, используемые в настоящем, прошлом и будущем для прямого и непрямого потребления, способствующие созданию материальных богатств, воспроизводству трудовых ресурсов. К природным ресурсам относят в настоящее время полезные ископаемые, почву, растительность и животный мир, атмосферный воздух, воду, климат, солнечную и космическую радиацию.

Совокупность природных ресурсов и природных условий жизни общества, используемую в настоящее время или которая может быть использована в обозримом будущем, называют *природными благами*

Природные ресурсы классифицируют: по их *использованию* (производственные, здравоохранительные, научные, эстетические и т. д.), по *принадлежности* к тем или иным компонентам природы (минеральные, земельные, лесные, водные, энергетические и др.). По *характеру воздействия человека* природные ресурсы обычно делят на две категории: исчерпаемые и неисчерпаемые (рис. 3).

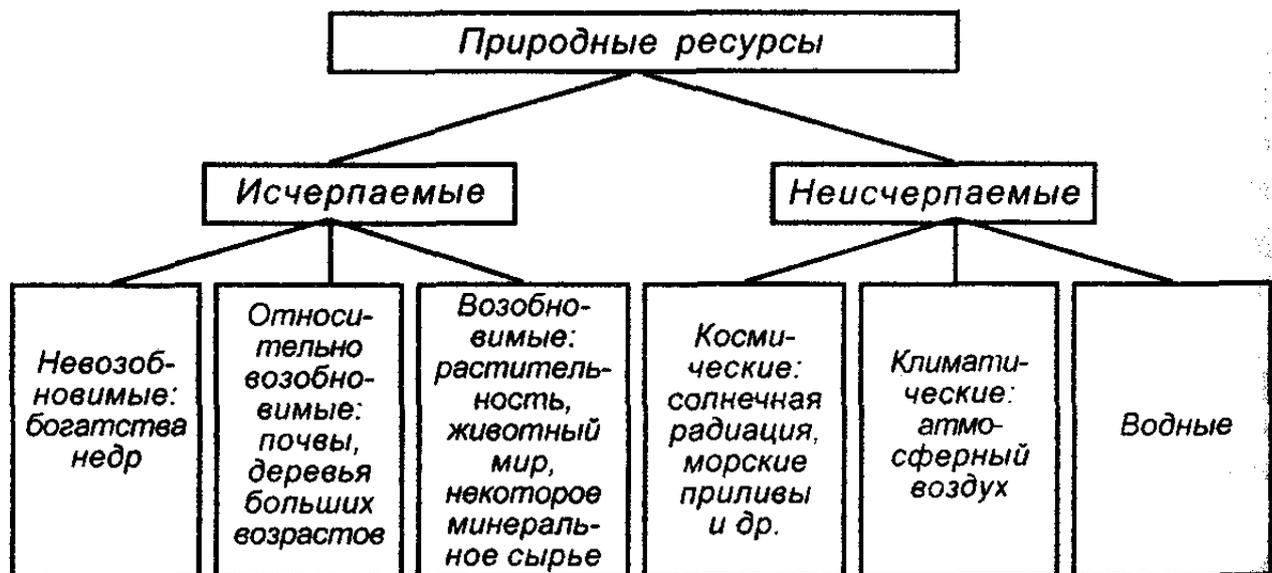


Рис. 3. Классификация природных ресурсов

Исчерпаемые природные ресурсы, в свою очередь, подразделяются на невозобновимые, относительно возобновимые и возобновимые. К *невозобновимым* природным ресурсам относятся богатства недр (полезные ископаемые), так как после их добычи и использования они не могут стать тем, чем были раньше, а условия на Земле сегодня для их возникновения или восстановления практически отсутствуют. Почва является *относительно возобновимым* природным ресурсом, так как только при грамотном ее использовании сохраняется

плодородие, способность получения высоких урожаев возделываемых культур. К *возобновимым природным ресурсам* относят растительный и животный мир. Они по мере использования могут восстанавливаться. Так, вместо использованных человеком растений и животных нарождаются новые.

К *неисчерпаемым* природным ресурсам относят: *космические* (солнечная радиация, морские приливы и др.), *климатические* (атмосферный воздух, тепло и влага атмосферы, энергия ветра), *водные*.

В последние годы в делении природных ресурсов по признаку истощаемости произошли изменения. К *исчерпаемым* и *невозобновимым* относят минеральные ресурсы, к *исчерпаемым* и *возобновимым* ресурсам — земельные, водные и биологические. Биологические ресурсы подразделяются на растительные и животные. *Неисчерпаемые ресурсы*: энергия Солнца, текучей воды, ветра и климатические.

Та часть природных ресурсов, которая реально может быть вовлечена в хозяйственную деятельность при данных технических и социально-экономических возможностях общества, при условии сохранения среды жизни человека, называется *природно-ресурсным потенциалом*. Природно-ресурсный потенциал, экономически оцененный, входит в состав национального богатства. Природно-ресурсный потенциал — важнейшее понятие природопользования.

Человек и биосфера

Давление человека на биосферу началось задолго до наступления этапа промышленной эволюции. Катастрофические экологические явления в прошлом были в основном связаны не с загрязнением природной среды, как сейчас, а с ее трансформациями. Главная из них — деградация почв, эрозия, засоление и т.д.

Вследствие антропогенной нагрузки на биосферу сегодня возникли новые экологические проблемы, которых не было в предыдущем XIX столетии:

— началось потепление климата нашей планеты. В результате «парникового эффекта» температура поверхности Земли за последние 100 лет возросла на 0,5–0,6°C. Источниками CO₂, ответственными за большую часть парникового эффекта, являются процессы сжигания угля, нефти и газа и нарушение деятельности сообществ почвенных микроорганизмов тундры, потребляющих до 40% выбрасываемого в атмосферу CO₂;

— значительно ускорился процесс подъема уровня Мирового океана. За последние 100 лет уровень моря поднялся на 10–12 см и сейчас этот процесс десятикратно ускорился. Это грозит затоплением обширных территорий, лежащих ниже уровня моря (Голландия, область Венеции, Санкт-Петербург, Бангладеш и др.);

— произошло истощение озонового слоя атмосферы Земли (озоносферы), задерживающего губительное для всего живого ультрафиолетовое излучение. Считается, что главный вклад в разрушение озоносферы вносят хлор-фтор-углероды (т.е. фреоны). Они используются в качестве хладагентов и в баллончиках с аэрозолями. В 1996 г. была принята международная декларация, запрещающая использование наиболее опасных хлор-фтор-углеродов. При со-

блюдении условий декларации для полного восстановления озонового слоя потребуется не менее 100 лет и с начала XXI в. можно ожидать постепенный рост толщины «экрана» озоносферы;

— происходит интенсивное опустынивание и обезлесение планеты Земля. В Азии и Африке процесс опустынивания идет со скоростью 6 млн. га в год. Главной причиной опустынивания является неоправданный рост поголовья скота, вытаптывающего растительный покров. В России это происходит в Калмыкии и Нижнем Поволжье. Интенсивно вырубаются леса в Бразилии и России. Сведение лесов приводит к снижению продукции кислорода, сопровождающей процесс фотосинтеза;

— интенсивно загрязняется Мировой океан. Загрязнение сопровождается разработку морских месторождений нефти и является результатом промышленных и коммунальных стоков в океан. Мировой океан в результате фотосинтетической деятельности одноклеточных зеленых водорослей дает 2/3 продукции кислорода, насыщающего атмосферу. Наибольшую опасность для жизни Океана как живого сообщества представляет нефтяное загрязнение. Сейчас в Океан ежегодно выливается 10 млн.т. нефти, углеводороды которой разрушаются микроорганизмами, превращающими нефть в углекислый газ и воду. Но защитные силы Океана не безграничны. Модельные расчеты показали, что одновременное попадание в Океан 25 млн.т. нефти уничтожит это уникальное живое сообщество, т.е. буквально перекроет кислород биосфере.

Основы рационального природопользования

Природопользование — *непосредственное и косвенное воздействие человека на окружающую среду в результате всей его деятельности.*

Рациональное природопользование — планомерное, научно-обоснованное преобразование окружающей среды по мере совершенствования материального производства на основе комплексного использования невозобновляемых ресурсов в цикле: производство — потребление — вторичные ресурсы, при условии сохранения и воспроизводства возобновляемых природных ресурсов.

Рациональное природопользование — это система взаимодействия общества и природы, построенная на основе научных законов природы и в наибольшей степени отвечающая задачам как развития производства, так и сохранения биосферы.

Изучение процессов, протекающих в биосфере, и влияния на них хозяйственной деятельности человека показывает, что только создание экологически безотходных и малоотходных производств может предотвратить оскудение природных ресурсов и деградацию природной среды. Хозяйственная деятельность людей должна строиться по принципу природных экосистем, которые экономно расходуют вещество и энергию и в которых отходы одних организмов служат средой обитания для других, т.е. осуществляется замкнутый кругооборот.

Пути сохранения биоразнообразия и генофонда биосферы

Стоящая перед современным человечеством задача сохранения окружающей среды главным образом заключается в необходимости сохранения качества этой среды, привычной человеку.

Охрана окружающей среды — это комплекс международных, государственных и региональных, административно-хозяйственных, политических и общественных мероприятий по обеспечению физических, химических, биологических параметров функционирования природных систем в пределах, необходимых для здоровья и благосостояния человека.

Особо охраняемые территории и природные объекты

Современный природно-заповедный фонд нашей страны образуют: государственные природоохранные заповедники (в том числе биосферные), государственные природные заказники; национальные и природные парки; памятники природы; дендрологические парки и ботанические сады; иные особо охраняемые территории и природные объекты, имеющие ценное значение.

Красная книга — официальный документ, содержащий регулярно обновляемые данные о состоянии и распространении редких и находящихся под угрозой исчезновения видов (подвидов и популяций) редких животных, дикорастущих растений и грибов.

Экономические механизмы охраны окружающей среды

Существующая в наши дни в России система экономических механизмов охраны ОС может быть представлена схемой, приведенной на рис. 4 (см. ниже).

Регламентация воздействия на биосферу

Экологическая стандартизация - активно развивающееся направление нормативно-правового регулирования охраны окружающей среды и природопользования.

Экологические стандарты — это, прежде всего, нормативно-технические документы, в которых определяются отдельные экологические требования.

Нормирование качества природной среды. Одним из основных путей ограничения негативного влияния на биосферу является нормирование (установление норм) допустимых уровней воздействия на отдельные экосистемы и компоненты всей биосферы.

Качество природной среды — совокупность показателей состояния ее экологических систем, которое постоянно и неизменно обеспечивает (или не обеспечивает) полноценные процессы обмена веществ и энергии в природе, между природой и человеком, а также условия для воспроизводства жизни. Качество природы обеспечивается самой природой путем саморегуляции, самоочищения от вредных для нее веществ. Качество ОС характеризуется совокупностью химических, физических, биологических и иных ее показателей.



Рис. 4. Схема экономического механизма охраны ОС

Благоприятная окружающая среда — такая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов.

Кроме того, регламентация воздействия на окружающую среду включает также такие разделы как оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), экологическая экспертиза, экологическая сертификация, лицензирование экологически значимой деятельности, экологический контроль и мониторинг, экологический аудит.

Экологическое право

В соответствии с Конституцией Российской Федерации от 12.12.93 г. «Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением» (ст. 42). «Каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам» (ст. 58).

Основная форма закрепления государственной экологической политики — экологическое законодательство является самостоятельной отраслью современного российского права. Комплекс правовых норм и правоотношений, регулирующих общественные отношения в сфере взаимодействия общества и природы в интересах настоящего и будущего поколений людей, называется *экологическим правом*.

Основы современного экологического права были заложены Законом РСФСР от 19.12.91 № 2060-1 «Об охране окружающей природной среды», замененного в настоящее время Федеральным законом от 10.01.02 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

Международное сотрудничество

Международное сотрудничество государств с целью охраны среды обитания человека, растительного и животного мира организовано под эгидой ООН и на двухсторонней основе. Необходимость международного сотрудничества в области охраны окружающей среды диктуется тем, что государства находятся в экологической зависимости друг от друга.

Впервые основные принципы международного экологического сотрудничества были обобщены в Декларации Стокгольмской конференции ООН (1972). В современном понимании они изложены в Декларации конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992).

Международные организации позволяют объединить природоохранную деятельность заинтересованных государств независимо от их политических позиций, выделяя экологические проблемы из совокупности всех международных проблем. Россия активно участвует в работе многих из них: как межправительственных экологических организаций, таких как ЮНЭП (от англ. UNEP — *United Nations Environmental Program* — Программа ООН по окружающей среде), ЮНЕСКО (от англ. UNESCO — *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* — Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры) и др., так и неправительственных международных организаций, таких как Международный союз по охране природы — МСОП (от англ. IUCN *International Union for the Conservation of Nature*), Всемирный фонд охраны дикой природы (от англ. WWF — *World Wide Fund for Nature*), Гринпис (*Greenpeace* — «Зеленый мир»).

Ежегодно в мире проводятся сотни и даже тысячи конференций экологического направления (многосторонние и двусторонние, правительственные и неправительственные), на которых принимаются соответствующие документы: соглашения, конвенции, декларации, договоры и др. Это одна из развитых форм международного сотрудничества.

Переход к устойчивому развитию

Развитие Человечества в прошлом веке было ориентировано на быстрый рост экономики, что привело к беспрецедентному по масштабам вредному воздействию на биосферу. Возникли противоречия между всевозрастающими потребностями мирового сообщества и ограниченными возможностями биосферы по их удовлетворению. Богатства, способность обеспечивать развитие вида *Homo sapiens* и возможность самовосстанавливаться оказались у Природы достаточно ограниченными.

Было доказано, что устранение возникших противоречий и дальнейшее улучшение качества жизни людей возможно только в рамках стабильного социально-экономического развития, не разрушающего естественный биотический механизм саморегуляции Природы.

Термин «*sustainable development*», переведенный с английского как «устойчивое развитие», впервые был применен в 1980 г. в докладе «Всемирная стратегия охраны природы», подготовленном Международным союзом охраны природы и природных ресурсов.

Устойчивое развитие — развитие, позволяющее на долговременной основе обеспечить стабильный экономический рост, не приводящий к деградиционным изменениям окружающей среды.

ПЛАНЫ СЕМИНАРСКИХ (ПРАКТИЧЕСКИХ) ЗАНЯТИЙ

Семинар 1. Организм и окружающая среда. Факторы среды

Вопросы для обсуждения:

1. Факторы среды. Отличие от понятия окружающая среда.
2. Основные критерии для классификации экологических факторов.
3. Свет как физический фактор. Особенности светового режима: интенсивность и качество света.
4. Влажность как абиотический фактор. Основные экологические показатели влажности. Сезонное распределение влаги.
5. Температурный фактор как определяющий распределение животных по земному шару.
6. Температурный оптимум и пессимум.
7. Тепловой режим. Адаптационные особенности пойкилотермных и гомойотермных животных.
8. Гомеостаз как неотъемлемое качество живых систем.
9. Экологические группы растений и животных по отношению к водному режиму.

Проверка выполнения самостоятельной работы по изучению материала, практических задач и подготовке рефератов.

Литература:

1. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология. — М.: Дрофа, 2009.
2. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Учебник для студентов высших учебных заведений. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2009.
3. Воронков Н.А. Основы общей экологии: Учебник для студентов высших учебных заведений. Пособие для учителей. — М.: Агар, 1999.
4. Степановских А.С. Экология: Учебник для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.

Семинар 2. Популяционная экология

Вопросы для обсуждения:

1. Характеристики популяций: статические и динамические.
2. Структура популяции.
3. Стратегии развития популяций. R-стратегии, K-стратегии.
4. Экологические причины, вызывающие рост численности популяций по экспоненте и логистической кривой.
5. Механизмы, за счет которых регулируется численность особей в популяциях. Механизмы межвидового и внутривидового регулирования численности особей в популяциях.

Проверка выполнения самостоятельной работы по изучению материала, практических задач и подготовке рефератов.

Литература:

1. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология. — М.: Дрофа, 2009.
2. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Учебник для студентов высших учебных заведений. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2009.
3. Воронков Н.А. Основы общей экологии: Учебник для студентов высших учебных заведений. Пособие для учителей. — М.: Агар, 1999.
4. Степановских А.С. Экология: Учебник для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.

Семинар 3. Экология сообществ (Синэкология)

Вопросы для обсуждения:

1. Биоценоз. Основные характеристики биоценоза.
2. Влияние абиотических факторов среды на формирование видовой структуры биоценозов.
3. Видовой состав и насыщенность биоценоза.
4. Виды сосуществования организмов в сообществе.

Проверка выполнения самостоятельной работы по изучению материала, практических задач и подготовке рефератов.

Литература:

1. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология. — М.: Дрофа, 2009.
2. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Учебник для студентов высших учебных заведений. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2009.
3. Степановских А.С. Экология: Учебник для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.

Семинар 4. Экологические системы

Вопросы для обсуждения:

1. Определение понятия «Экосистема». Из каких основных блоков (звеньев) состоит экосистема?
2. Продуктивность и биомасса экосистем. Первичная продуктивность, вторичная продуктивность.
3. Трофическая структура экосистемы. Понятие «трофическое (пищевое) звено» и «трофическая (пищевая) цепь».
4. Энергетические процессы в экосистемах. Закономерности рассеивания и передачи энергии.
5. Сукцессии. Первичные, вторичные. Зрелое сообщество

Проверка выполнения самостоятельной работы по изучению материала, практических задач и подготовке рефератов.

Литература:

1. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О. П. Экология. — М.: Дрофа, 2009.
2. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Учебник для студентов высших учебных заведений. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2009.
3. Воронков Н.А. Основы общей экологии: Учебник для студентов высших учебных заведений. Пособие для учителей. — М.: Агар, 1999.
4. Лебедева М.И., Анкудимова И.А. Экология. — Тамбов: Издательство ТГТУ, 2002.
5. Степановских А.С. Экология: Учебник для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.

Семинар 5. Биосфера. Человек и биосфера

Вопросы для обсуждения:

1. Биосфера.
2. Живое вещество. Свойства и функции живого вещества.
3. Основные закономерности развития и динамика биосферы.
4. Биологический и геологический круговороты.
5. Экология и деятельность человека.
6. Проблемы современной экологии.

Проверка выполнения работы по изучению материала, практических задач и подготовке рефератов.

Литература:

1. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология. — М.: Дрофа, 2009.
2. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Учебник для студентов высших учебных заведений. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2009.
3. Воронков Н.А. Основы общей экологии: Учебник для студентов высших учебных заведений. Пособие для учителей. — М.: Агар, 1999.
4. Лебедева М.И., Анкудимова И.А. Экология. — Тамбов: Издательство ТГТУ, 2002.
5. Степановских А.С. Экология: Учебник для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.

Семинар 6. Пути и методы сохранения современной биосферы

Вопросы для обсуждения:

1. Проблемы современной биосферы
2. Пути решения глобальных экологических проблем
3. Особо охраняемые природные территории (ООПТ). ООПТ России и Республики Татарстан.
4. Регламентация воздействия на окружающую среду. Основные принципы.

5. Экологическое право и экономические механизмы регулирования природопользования

Проверка выполнения самостоятельной работы по изучению материала, практических задач и подготовке рефератов.

Литература:

1. Лебедева М.И., Анкудимова И.А. Экология. — Тамбов: Издательство ТГТУ, 2002.
2. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Учебник для студентов высших учебных заведений. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2009.
3. Степановских А.С. Экология: Учебник для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.

Деловая игра

«Анализ современных экологических проблем и поиск путей их решения»

Занятие проводится по окончании курса лекций в формате круглого стола.

Цель деловой игры — обобщение полученных в ходе семестра знаний и формирование у студентов аналитического, сознательного взгляда на современные экологические проблемы и пути их решения, а также изучение взаимосвязи происходящих в биосфере процессов. Для выполнения задания студентами должны быть освоены как самостоятельные формы подготовки, так и групповые активные формы самостоятельной работы.

Требования к этому мероприятию в целом и к его участникам можно сформулировать следующим образом:

— игровая модель должна воспроизводить обстановку той или иной критической экологической ситуации;

— общей задачей участников игры является анализ обстановки и принятие решений в соответствии с назначенной каждому должностью;

— задачи руководителя игры — выдача информации об обстановке, анализ решений участников игры и их корректировка;

— создание определенной обстановки, в условиях которой участникам необходимо анализировать возникающие ситуации и принимать решения.

Процесс игры состоит из трех этапов: подготовительного, игрового, заключительного.

Подготовительный этап включает в себя создание обстановки. К этому этапу относятся также описание ситуации (обстановки), выдача необходимых данных.

Студенты на этом этапе самостоятельно составляют обзор материала по предложенной тематике, используя публикации периодических изданий, учебные материалы, а также новостные статьи сети интернет за последние 3–5 лет. Затем «экспертной» группой, состоящей из 3–5 человек, обобщают полученные данные и выносят рекомендации по преодолению поставленной проблемы.

Игровой этап. С поступлением вводных, в соответствии с созданной экологической ситуацией, участники игры оценивают ее и принимают решения по своим частным игровым моделям. Руководитель доводит решения играющих до сведения всех участников, выявляет сторонников того или иного действия (альтернативные решения), организует и руководит дискуссией по обоснованию принятых решений.

На заключительном этапе подводятся итоги дискуссии, вырабатывается наиболее рациональное коллективное решение в виде комплексной программы мер по преодолению критической экологической ситуации. Общей задачей на этом этапе является установление причинно-следственных зависимостей экологических проблем, выявление альтернативных способов преодоления критической ситуации и поиск комплексных путей решения.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Самостоятельное изучение материала

Тема 1. Организм и окружающая среда. Факторы среды

1. Что такое окружающая среда?
2. Что такое экологический фактор? Какие группы факторов Вы знаете? Приведите примеры.
3. Перечислите общие закономерности действия факторов среды на организмы. Раскройте их сущность и значение.
4. Перечислите среды жизни и наиболее типичные их свойства. Назовите присущие отдельным средам жизни лимитирующие факторы адаптации организмов.

Тема 2. Популяционная экология

1. Вспомните и воспроизведите определение популяции.
2. Какие основные критерии используются при расчленении вида на популяции?
3. Применим ли к популяциям термин «гомеостаз» и в чем он проявляется?
4. Какие экологические факторы вызывают саморегуляцию плотности популяции?
5. Что отражают статистические и динамические показатели популяции?
6. Почему толерантность популяции к факторам среды значительно шире, чем у особи, и каково экологическое значение этого явления?
7. Какие организмы имеют простую, а какие — сложную возрастную структуру популяций?

Тема 3. Экология сообществ (синэкология)

1. Что такое «биоценоз»?
2. Каким образом изменяется численность организмов в паре хищник-жертва? Кто чью численность контролирует — хищник численность жертвы или наоборот?
3. Дайте определение вида, являющегося эдификатором. Приведите примеры.

Тема 4. Экологические системы

1. Дайте определение понятий (терминов) экологии: «экосистема», «биоценоз», «сообщество», «популяция». К какому виду систем относится «экосистема» и почему? Какие для нее присущи связи? Приведите примеры.
2. Как изменяются основные параметры и свойства экосистем в сукцессионном ряду? Основные закономерности сукцессионного процесса.
3. Какие закономерности передачи энергии существуют в экосистемах?
4. Виды пищевых цепей. В чем их различие?
5. Что называется продуктивностью и биомассой экосистем? Как связаны эти показатели с воздействием экосистем на среду?

Тема 5. Биосфера. Человек и биосфера

1. Что понимается под «Биосферой»? Кто является автором термина и автором учения о биосфере? Где проходят границы биосферы?
2. Что является центральным звеном биосферы?
3. Охарактеризуйте биогеохимические круговороты.
4. Что такое природные ресурсы?
5. Что называется «живым веществом» по В.И. Вернадскому? Какие вещества, кроме живого, В.И. Вернадский выделил в биосфере?

Тема 6. Пути и методы сохранения современной биосферы

1. Что такое регламентация воздействия на окружающую среду? Какие вопросы можно решить с ее помощью?
2. Каким образом действуют экономические механизмы регулирования природопользования?
3. Перечислите особо охраняемые природные территории.

Практическое решение задач

Тема 1. Организм и окружающая среда. Факторы среды.

1. Приведите примеры взаимодействия экологических факторов.
2. Объясните, почему в относительно простых условиях среды наблюдается упрощение организации у населяющих ее видов. Приведите примеры.
3. Распределите перечисленные факторы среды по трем категориям — абиотические, биотические и антропогенные: хищничество, вырубка лесов, влажность воздуха, температура воздуха, паразитизм, свет, строительство зданий, давление воздуха, конкуренция, выброс углекислого газа заводом, соленость воды, симбиоз, минеральный состав почвы, комменсализм.
4. Выберите по 2–3 вида растений и животных.
 - а) В табличной форме расшифруйте экологические факторы для выбранных вами видов растений и животных.
 - б) Приведите в качестве примера 3–4 лимитирующих фактора для выбранных видов растений и животных.
 - в) Схематично представьте пределы толерантности по 3–4 экологическим факторам для выбранных видов растений и животных.
 - г) Объясните, чем и почему отличаются пределы толерантности у разных видов растений и животных.
5. На территории, окружающей взрослую плодоносящую ель, число всходов маленьких елочек может достигать 700–900 штук на 10 м². Через двадцать лет на этой площади останутся 2–3 молодые ели. Почему большая часть елочек погибнет? Объясните биологическое значение подобного явления.
6. Каким образом могут измениться под кроной деревьев следующие условия:
 - а) Свет;
 - б) Температура;
 - в) Влажность?

7. Выберите фактор, который можно считать ограничивающим в предлагаемых условиях.

- а) Для растений в океане на глубине 6000 м: вода, температура, углекислый газ, соленость воды, свет.
- б) Для растений в пустыне летом: температура, свет, вода.
- в) Для скворца зимой в лесах Татарстана: температура, пища, кислород, влажность воздуха, свет.
- г) Для речной щуки в Черном море: температура, свет, пища, соленость воды, кислород.
- д) Для кабана зимой в северной тайге: температура; свет; кислород; влажность воздуха; высота снежного покрова.

Тема 2. Популяционная экология

1. Приведите примеры взаимодействий популяций, обладающих различными стратегиями роста.

2. Назовите основные виды структуры популяций. Покажите прикладное значение возрастной структуры популяций.

3. Что понимается под биотическим потенциалом популяции (вида)? Почему он не реализуется полностью в природных условиях? Какие факторы препятствуют реализации потенциала? Нарисуйте теоретически возможную и реальную кривую роста численности особей в популяциях. Как называются эти кривые?

4. Приводимые ниже средние цифры относятся к нерке — рыбе из семейства лососевых, обитающей в реках Канады. Осенью каждая самка откладывает 3200 икринок на гравий в мелких местах. Следующей весной 640 мальков, выведшихся из отложенной икры, выходят в озеро вблизи отмели; уцелевшие 64 серебрянки (мальки постарше) живут в озере один год, а затем мигрируют в море. Две взрослые рыбы (уцелевшие из числа серебрянок) возвращаются к местам нереста спустя 2,5 года, нерестятся и умирают. Подсчитайте процент смертности для нерки в каждом из следующих периодов:

- а) от откладки икры до переселения мальков в озеро спустя шесть месяцев;
- б) за 12 месяцев жизни в озере;
- в) за 30 месяцев от выхода из озера до возвращения к местам нереста.

Нарисуйте кривую выживания нерки в этой водной системе (зависимость процента выживших особей от возраста).

5. Если численность населения в данном году составляла 500000 человек и за год родилось 10000, то какова была рождаемость в этом году при пересчете на 1000 человек?

6. На территории площадью 100 км² ежегодно производили рубку леса. На момент организации на этой территории заповедника было отмечено 50 лосей. Через 5 лет численность лосей увеличилась до 650 голов. Еще через 10 лет количество лосей уменьшилось до 90 и стабилизировалось в последующие годы на уровне 80–110 голов. Определите плотность поголовья лосей: а) на момент создания заповедника; б) через 5 лет после создания заповедника; в) через 15 лет после создания заповедника. Объясните, почему сначала численность лосей резко возросла, а позже упала и стабилизировалась.

7. Постройте возрастные пирамиды, отражающие возрастной состав населения России (140 млн. жителей) и Индонезии (190 млн. жителей), используя приведенные данные.

Возрастная группа	Россия, млн. чел.	Индонезия, млн. чел.
От 0 до 10 лет	20	48
От 11 до 20 лет	22	37
От 21 до 30 лет	22	32
От 31 до 40 лет	21	25
От 41 до 50 лет	20	19
От 51 до 60 лет	13	13
От 61 до 70 лет	15	9
От 71 до 80 лет	6	6
От 81 и старше	1	1

Сравните построенные пирамиды и ответьте на вопросы.

- А. Численность населения какой страны растет?
- Б. Численность населения какой страны стабильна с тенденцией к сокращению?
- В. Почему в возрастной пирамиде населения России группа от 51 до 60 лет имеет численность меньшую, чем соседние группы?
- Г. Население какой страны близко к простой замене численности одного поколения другим?
- Д. Рассчитайте долю (в %) молодежи (возраст от 0 до 30 лет) в России и в Индонезии.
- Е. В какой стране демографический потенциал выше?

Тема 3. Экология сообществ (синэкология)

Задание студентам:

1. Назовите типы биотических отношений, которые могут проявляться при взаимодействии пары организмов: а) корова — человек; б) большой пестрый дятел — ель; в) кишечная палочка — человек; г) рыба прилипала — акула; д) тля — рыжий муравей; е) наездник-трихограмма — яйца капустной белянки; ж) муха ктырь — комнатная муха; з) человек — кровососущий комар; и) грызун песчанка — саксаульная сойка; к) лось — белка; л) ель — гусеница сибирского шелкопряда; м) волк — ворон.
2. Соотнесите предлагаемые понятия и определения:
 - 1) мутуализм (симбиоз); 2) нейтрализм; 3) конкуренция; 4) аменсализм;
 - 5) комменсализм (квартиранство); 6) комменсализм (нахлебничество); 7) паразитизм; 8) хищничество (трофизм).
 - А. Взаимодействие двух или нескольких особей, последствия которого для одних отрицательны, а для других безразличны.
 - Б. Взаимодействие двух или нескольких особей, при котором одни используют остатки пищи других, не причиняя им вреда.
 - В. Взаимовыгодное взаимодействие двух или нескольких особей.

Г. Взаимодействие двух или нескольких особей, при котором одни предоставляют убежища другим, и это не приносит хозяину ни вреда, ни пользы.

Д. Совместное обитание двух особей, непосредственно не взаимодействующих между собой.

Е. Взаимодействие двух или нескольких особей, имеющих сходные потребности в одних и тех же ограниченных ресурсах, что приводит к снижению жизненных показателей взаимодействующих особей.

Ж. Взаимодействие двух или нескольких организмов, при котором одни питаются живыми тканями или клетками других и получают от них место постоянного или временного обитания.

З. Взаимодействие двух или нескольких особей, при котором одни поедают других.

3. Жгутиковые простейшие *Leptomonas* паразитируют на мелких насекомых, тысячи их могут быть найдены на блохе. Постройте пирамиду численности на основе следующей пищевой цепи:

Трава → травоядное млекопитающее → блоха → *Leptomonas*

Тема 4. Экологические системы

1. Что называется сукцессией? Назовите виды сукцессий. Приведите примеры первичных и вторичных автотрофных и гетеротрофных сукцессий.

2. Составьте пять цепей питания. Все они должны начинаться 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?

3. Зная правило десяти процентов, рассчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы выросла одна щука весом 10 кг (пищевая цепь: фитопланктон — зоопланктон — мелкие рыбы — окунь — щука). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

4. Опишите, какие изменения будут происходить с непроточным озером, которое год от года мелеет. Можно ли назвать изменения в озере сукцессией? Изменится ли при этом состав организмов и продуктивность экосистемы? Будет ли наблюдаться этот процесс в полной мере в проточном озере и почему?

5. Приведите примеры организмов доминантов и эдификаторов. Чем они различаются по роли в экосистемах (биогеоценозах)?

Тема 5. Биосфера. Человек и биосфера

1. Нередко использование химических препаратов (пестицидов) против сельскохозяйственных вредителей вызывает на следующий год еще большую вспышку их численности. Это связано с тем, что современные пестициды:
 - а) не очень ядовиты для вредителей;
 - б) подавляют вредителей и одновременно их естественных регуляторов (хищников и паразитов);
 - в) усиливают репродуктивные способности вредителей;
 - г) ослабляют репродуктивные способности вредителей.
2. Попробуйте кратко сформулировать сущность учения В.И. Вернадского о биосфере? Какое значение учение о биосфере имеет для понимания и решения современных экологических проблем?
3. Перечислите и раскройте содержание основных функций живого вещества. Каково их значение в процессах планетарного масштаба?
4. Известно, что многие химические вещества, созданные человеком (например, сельскохозяйственные яды), плохо выводятся из живого организма естественным путем. Объясните, почему от этих соединений больше всего будут страдать животные верхних трофических уровней (хищники, сам человек), а не нижних.
5. Определите, к какому типу круговорота элементов (осадочному или газовому) относятся круговороты серы, азота, кислорода, углерода, фосфора.

Тема 6. Пути и методы сохранения современной биосферы

Задание студентам:

1. Перечислите основные экологические проблемы г. Казани. Чем они вызваны?
2. Каковы возможные пути их решения?

Реферат

Методические указания

При подготовке реферата, студент должен решить следующие задачи:

- выбрать тему, обосновать ее актуальность и значимость;
- ознакомиться с литературными источниками и сделать их анализ;
- собрать необходимый материал для исследования;
- провести систематизацию и анализ собранных данных;
- изложить свою точку зрения по дискуссионным вопросам, относящимся к теме исследования;
- на основании выполненной работы сделать выводы.

Оформление реферата

Работа оформляется в соответствии с требованиями ГОСТа № 6.39-72, и требованиями ВУЗа, выполняется на бумаге формата А4, в печатном виде, 14 шрифтом Times New Roman, междустрочный интервал — полуторный, границы полей: верхнее и нижнее — 20 мм, правое — 10 мм, левое — 30 мм. Оптимальный объем реферата — 25–30 стр.

Структура реферата: титульный лист; введение, отражающее актуальность и цель работы; основная часть, содержащая основные положения рассматриваемой темы; заключение — как краткое изложение выводов; список использованных источников (не менее 7–8), включающий только те из них, которыми пользовался студент и на которые имеются ссылки в тексте реферата.

Примерная тематика рефератов

1. Влияние живых организмов на климат.
2. Многообразие мутуалистических отношений в природе.
3. Снежный покров как экологический фактор.
4. Современные представления об экологической нише вида.
5. Шум как экологический фактор
6. Вклад российских ученых в развитие экологии
7. Проблемы современной экологии на примере республики Татарстан
8. Механизмы саморегуляции в экосистемах.
9. Круговороты вещества и энергии в экосистемах.
10. Взаимоотношения организмов в пищевых цепях.
11. Влияние экологических факторов на организмы.
12. Роль зеленых растений в биосфере.
13. Значение редуцентов для биосферы.
14. Экологические сукцессии.
15. Антропогенное воздействие на экосистемы.
16. Возможные последствия парникового эффекта.
17. Проблемы разрушения озонового слоя.
18. Влияние кислотных дождей на наземные экосистемы.
19. Пути решения проблемы перенаселения Земли.
20. Глобальная продовольственная проблема в современном мире.
21. Антропогенные изменения климата Земли.

22. Способы утилизации промышленных и бытовых отходов.
23. Альтернативные источники энергии.
24. Влияние урбанизации на биосферу.
25. Значение природных ресурсов для человечества.
26. Особо охраняемые территории республики Татарстан
27. Проблема исчерпаемости минеральных ресурсов.
28. Принципы организации рационального природопользования.
29. Природоохранное законодательство в России.
30. Природоохранное законодательство за рубежом.
31. Ответственность за экологические преступления и правонарушения.
32. Современные экологические организации.
33. Мировой океан как единая система.
34. Экологические последствия нефтедобывающей промышленности.
35. Экологическая обстановка и проблемы в городских агломерациях на примере крупных городов республики Татарстан.
36. Экологическое воздействие транспортных систем.
37. Экологическая обстановка офиса и жилища.
38. Экологический мониторинг городской среды.

КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Тестовые задания для промежуточной аттестации студентов

1. Термин «экология» (от греч. *oikos* — дом, родина и *logos* — учение) впервые введен в 1866 г.:
 - А) Э. Геккелем;
 - Б) Ж.-Б. Ламарком;
 - В) В.И. Вернадским;
 - Г) Э. Зюссом
2. Экология — это:
 - А) учение о форме и строении организмов;
 - Б) наука, изучающая взаимоотношения организмов между собой и с окружающей средой;
 - В) учение о среде обитания (доме) или окружающей среде;
 - Г) все определения верны
3. Экология включает разделы:
 - А) аутэкология, демэкология, синэкология, биогеоценология, глобальная экология;
 - Б) аутэкология, демэкология, синэкология, глобальная экология;
 - В) аутэкология, демэкология, защита от загрязнений, биогеоценология, глобальная экология;
 - Г) биохимия, биоэкология, химия, физика, геоэкология.
4. Методы экологии:
 - А) полевые;
 - Б) лабораторные;
 - В) экспериментальные;
 - Г) все определения верны.
5. Окружающая среда — это:
 - А) та часть природы, которая окружает организм и с которой он непосредственно взаимодействует;
 - Б) литосфера, атмосфера, гидросфера;
 - В) совокупность всех условий жизни, которые существуют на планете Земля;
 - Г) совокупность факторов, определяющих существование вида.
6. Основные ветви (направления) экологии:
 - А) биоэкология;
 - Б) геоэкология;
 - В) прикладная экология;
 - Г) все определения верны.
7. Экологический фактор — это:
 - А) комплекс абиотических, биотических и антропогенных воздействий на организм;
 - Б) элементы среды, которые способны прямо или косвенно оказывать влияние на организм, хотя бы на протяжении одной из фаз его индивидуального развития и вызывать у него специфическую приспособительную реакцию;
 - В) любой элемент среды;

Г) все перечисленное верно.

8. Адаптация — это:

А) эволюционно возникший процесс приспособления строения и функций организма к изменяющимся условиям среды;

Б) приспособление организмов к факторам неживой природы (абиотическим);

В) комплекс ответных реакций организма на изменение биотических факторов;

Г) поведенческие реакции на изменения окружающей среды.

9. Абиотические факторы — это:

А) факторы неживой природы;

Б) факторы живой природы;

В) комплекс климатических, внутри и межвидовых факторов;

Г) все перечисленное верно.

10. Закон минимума Либиха звучит так:

А) жизнедеятельность организма зависит от тех факторов, которые меньше всего отклоняются от зоны оптимума;

Б) жизнедеятельность организма в равной степени зависит от всех факторов;

В) жизнедеятельность организма зависит от тех факторов, которые больше всего отклоняются от зоны оптимума.

11. В качестве биоиндикаторов можно использовать следующие организмы:

А) эврибионты;

Б) только организмы наземных экосистем;

В) стенобионты;

Г) только организмы водных экосистем.

12. Фотопериодизм — это

А) изменение свойств и функций организмов в зависимости от климатической полосы;

Б) ритмические изменения свойств и функций организмов под влиянием чередования и длительности освещения;

В) изменение свойств и функций организмов в зависимости от сезона года;

Г) все перечисленное верно.

13. Жизненная форма организма — это

А) морфологический тип приспособления растения или животного к основным факторам местообитания и определенному образу жизни;

Б) особенности функционирования организма;

В) принадлежность организма к определенному трофическому уровню;

Г) все перечисленное верно.

14. Какие животные являются пойкилотермными?

А) земноводные, насекомые, беспозвоночные, птицы;

Б) млекопитающие и некоторые земноводные;

В) беспозвоночные, рыбы, земноводные, пресмыкающиеся;

Г) млекопитающие, птицы.

15. Какие животные являются гомойотермными?

- А) земноводные, насекомые, беспозвоночные, птицы;
- Б) млекопитающие и некоторые земноводные;
- В) беспозвоночные, рыбы, земноводные, пресмыкающиеся;
- Г) млекопитающие, птицы.

16. Биологический вид — это:

- А) популяция особей, населяющих отдельный ареал и скрещивающихся друг с другом;
- Б) группа особей, обладающих общими морфофизиологическими характеристиками и населяющих один ареал;
- В) совокупность особей, способных к скрещиванию и образованию плодотворного потомства, населяющих определенный ареал (область географического распространения), обладающих рядом общих морфофизиологических признаков и типов взаимоотношений с абиотической и биотической средой;
- Г) все перечисленное верно.

17. Экологическая популяция — это:

- А) сообщество особей разных видов, занимающих одну территорию, взаимодействующих между собой и окружающей средой;
- Б) группа особей одного вида;
- В) минимальная самовоспроизводящаяся группа особей одного вида, которая занимает определенную часть пространства обособленно от других совокупностей того же вида;
- Г) ареал, на котором обитают особи одного вида.

18. Плотность популяции оценивается по формуле:

- А) отношение количества вновь родившихся особей за единицу времени к общей численности популяции;
- Б) количество особей на единицу площади или объема;
- В) количество вновь родившихся особей на единицу времени;
- Г) количество особей одного вида, населяющих ареал.

19. Биотический потенциал — это:

- А) совокупность особей популяции, обладающих максимальной плодовитостью;
- Б) сочетание факторов, ограничивающих рост популяции (лимитирующих факторов);
- В) совокупность всех экологических факторов, способствующих увеличению численности популяции;
- Г) скорость размножения особи.

20. Выберите значение, оценивающее показатель плотности населения популяции:

- А) 20 особей;
- Б) 20 особей на гектар;
- В) 20 особей на 100 размножающихся самок;
- Г) 20%;
- Д) 20 особей на 100 ловушек;
- Е) 20 особей в год.

21. Биомасса — это:

А) общее количество органического вещества животных с заключенной в нем энергией, выражаемое в единицах массы или энергии в пересчете на живое или сухое вещество, а также отнесенное к единице площади или объема;

Б) общее количество органического вещества всей совокупности организмов с заключенной в нем энергией, выражаемое в единицах массы или энергии в пересчете на живое или сухое вещество, а также отнесенное к единице площади или объема;

В) общее количество органического вещества растений с заключенной в нем энергией, выражаемое в единицах массы или энергии в пересчете на живое или сухое вещество, а также отнесенное к единице площади или объема;

Г) совокупность видов-автотрофов.

22. Популяция обладает следующими экологическими характеристиками:

А) величина по занимаемому пространству и по численности особей;

Б) структура возрастная, половая, пространственная, экологическая;

В) динамика;

Г) все перечисленное верно.

23. Биоценоз — это:

А) организованная группа популяций растений, животных и микроорганизмов, приспособленных к совместному обитанию в пределах определенного объема пространства;

Б) совокупность растений, животных и микроорганизмов, населяющих некую территорию;

В) совокупность растений и животных, населяющих ограниченную территорию;

Г) все перечисленное верно.

24. Эдификаторы — это

А) растения, наиболее активно и глубоко преобразующие среду и определяющие условия существования для других сообитателей;

Б) растения в наибольшей степени представленные в биоценозе;

В) растения, обладающие большой биомассой;

Г) все перечисленное верно.

25. Хемосинтез — это

А) синтез органических веществ у хемоавтотрофных бактерий, использующих в качестве источников энергии окисление некоторых неорганических веществ;

Б) обмен веществ консументов;

В) способ получения энергии всех бактерий;

Г) все перечисленное верно.

26. Биотоп — это

А) ареал популяции;

Б) однородный в экологическом отношении участок земной поверхности (территории или акватории), занятый одним биоценозом;

- В) территория, охватывающая места обитания организмов одного вида;
- Г) все перечисленное верно.

27. Какие взаимоотношения между организмами являются мутуализмом (один из видов симбиотического взаимодействия)?

- А) отношения, вредные одному, но безразличные другому;
- Б) взаимовыгодные отношения между организмами;
- В) отношения, полезные одному, но безразличные другому симбионту;
- Г) отношения, выгодные одному, но вредные другому симбионту.

28. Какие взаимоотношения между организмами являются комменсализмом (один из видов симбиотического взаимодействия)?

- А) отношения, вредные одному, но безразличные другому;
- Б) взаимовыгодные отношения между организмами;
- В) отношения, полезные одному, но безразличные другому симбионту;
- Г) отношения, выгодные одному, но вредные другому симбионту.

29. Экологическая ниша — это:

- А) совокупность факторов неживой природы, влияющих на вид;
- Б) место, которое занимает вид в сложной системе экологических взаимоотношений с другими организмами и факторами неживой природы;
- В) ареал, который занимает популяция;
- Г) место, которое занимает особь в ареале.

30. Экологически маловыносливые виды — это:

- А) эврибионты;
- Б) сукуленты;
- В) стенобионты;
- Г) все перечисленное верно.

31. Гетеротрофные организмы, получающие энергию путем разложения мертвых тканей или путем поглощения растворенного органического вещества, выделяющегося самопроизвольно, или извлеченного сапрофитами из растений и других организмов — это

- А) автотрофы;
- Б) хемотрофы;
- В) гетеротрофы;
- Г) редуценты.

32. Экологическая система — это:

- А) организованная группа популяций растений, животных и микроорганизмов, приспособленных к совместному обитанию в пределах определенного объема пространства;
- Б) совокупность популяций различных видов растений, животных и микроорганизмов, взаимодействующих между собой и окружающей их средой таким образом, что эта совокупность сохраняется неопределенно долгое время;
- В) комплекс абиотических и биотических факторов, влияющих на популяцию;
- Г) все перечисленное верно.

- 33. Под «трофическим уровнем» понимают:**
- А) звено пищевой цепи;
 - Б) пищевую цепь в целом;
 - В) экологическую пирамиду;
 - Г) совокупность особей, схожих в потреблении пищи.
- 34. Существуют следующие трофические уровни:**
- А) автотрофы, гетеротрофы, деструкторы;
 - Б) продуценты, консументы I порядка, консументы II порядка, редуценты;
 - В) все перечисленное верно;
- 35. Пирамида энергий — это**
- А) графическое изображение соотношения между *продуцентами* и *консументами* разных порядков, выраженное в единицах биомассы;
 - Б) графическое изображение соотношения между *продуцентами* и *консументами* разных порядков, выраженное в единицах числа особей;
 - В) графическое изображение соотношения между *продуцентами* и *консументами* разных порядков, выраженное в единицах заключенной в массе живого вещества энергией;
 - Г) все перечисленное верно.
- 36. К автотрофным организмам относятся:**
- А) фотосинтезирующие и хемосинтезирующие организмы;
 - Б) зеленые растения, водоросли, некоторые микроорганизмы;
 - В) продуценты;
 - Г) все перечисленное верно.
- 37. Какая из представленных цепей питания относится к пищевой цепи «выедания» (пастбищная)?**
- А) нектар — муха — паук — землеройка — сова;
 - Б) мертвое животное — личинки падальной мухи — травяная лягушка — обыкновенный уж;
 - В) листовая подстилка леса — дождевой червь — черный дрозд — ястреб-перепелятник;
 - Г) все перечисленное верно.
- 38. Какая из представленных цепей питания относится к детритной пищевой цепи «разложения»?**
- А) нектар — муха — паук — землеройка — сова;
 - Б) сок розового куста — тля — божья коровка — паук — насекомоядная птица — хищная птица;
 - В) листовая подстилка леса — дождевой червь — черный дрозд — ястреб-перепелятник;
 - Г) все перечисленное верно.
- 39. Под «первичной продуктивностью экосистемы» понимают?**
- А) скорость накопления энергии консументами;
 - Б) скорость, с которой энергия Солнца усваивается организмами-продуцентами (в основном зелеными растениями) в ходе фотосинтеза или химического синтеза (хемопродуцентами);

- В) совокупную общую биомассу экосистемы;
- Г) все перечисленное верно.

40. Экологическая сукцессия — это

- А) изменение экосистемы в пределах биотопа в любом направлении;
- Б) динамические процессы в популяции;
- В) развитие, при котором в пределах биотопа происходит последовательная смена одного биоценоза другим в направлении повышения устойчивости экосистемы;
- Г) все перечисленное верно.

41. Агроэкосистемы — это:

- А) экосистемы, измененные человеком в процессе сельскохозяйственного производства;
- Б) биоценозы, в которых присутствуют виды, используемые человеком в пищу;
- В) биотоп, занятый агроценозом;
- Г) все перечисленное верно.

42. К живому веществу согласно учению о биосфере относятся:

- А) растения, животные, микроорганизмы;
- Б) человек;
- В) породы осадочного происхождения;
- Г) все перечисленное верно.

43. Биосфера — это:

- А) атмосфера, литосфера и гидросфера;
- Б) ойкумена;
- В) оболочка Земли, включающая в себя область распространения живого вещества и само это вещество;
- Г) все определения верны.

44. Биогенные элементы — это

- А) химические элементы, постоянно входящие в состав организмов и необходимые им для жизнедеятельности;
- Б) химические элементы, которые живые организмы потребляют с пищей;
- В) органические вещества, оставшиеся после отмирания растений и животных.

45. Какие образования относятся к биокосным веществам:

- А) горные породы, минералы;
- Б) коралловые рифы, отмершие останки растений и животных;
- В) природные воды, почвы;
- Г) все перечисленное верно.

46. Функции живого вещества по В.И. Вернадскому:

- А) энергетическая, концентрационная, средообразующая, деструктивная, транспортная;
- Б) средообразующая, энергетическая, транспортная, защищающая, очищающая;
- В) энергетическая, концентрационная, средообразующая, деструктивная, разлагающая;
- Г) все перечисленное верно.

47. Косное вещество — это

- А) совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых участвуют живые организмы;
- Б) совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют;
- В) ископаемые биологического происхождения.

48. Рациональное природопользование —

- А) максимально целесообразное с экономической точки зрения природопользование;
- Б) планомерное, научно-обоснованное преобразование окружающей среды по мере совершенствования материального производства на основе комплексного использования невозобновляемых ресурсов в цикле: производство — потребление — вторичные ресурсы при условии сохранения и воспроизводства возобновляемых природных ресурсов;
- В) научно-обоснованное преобразование окружающей среды по мере совершенствования материального производства на основе экономически целесообразного изъятия природных ресурсов;
- Г) все перечисленное верно.

49. Природные ресурсы — это

- А) тела и силы природы, которые на данном уровне развития производительных сил и изученности могут быть использованы для удовлетворения потребностей человеческого общества;
- Б) полезные ископаемые;
- В) совокупность минералов земной коры;
- Г) все перечисленное верно.

50. Существуют следующие особо охраняемые территории:

- А) государственные природоохранные заповедники, государственные природные заказники; национальные и природные парки; памятники природы;
- Б) заповедники, заказники, памятники природы, мемориалы природы;
- В) памятники природы, заповедные территории, государственные природоохранные заповедники, парки;
- Г) все перечисленное верно.

51. Экологический мониторинг — это:

- А) совокупность постов наблюдения за гидрометеорологическими условиями среды, отслеживающих, в том числе, параметры загрязнения;
- Б) система выполняемых по заданной программе регулярных комплексных долгосрочных наблюдений за состоянием ОС, ее загрязнением, происходящими природными явлениями, а также оценка и прогноз последующих изменений;
- В) оценка динамики загрязнения объектов окружающей среды;
- Г) наблюдение за состоянием окружающей среды.

52. Заповедники — это

- А) участки суши и водных пространств, на которых ограничена хозяйственная деятельность;

- Б) участки суши и водных пространств, на которых временно приостановлена любая деятельность;
- В) участки суши и водных пространств, изъятые в установленном порядке из какого бы то ни было хозяйственного использования и надлежащим образом охраняемые;
- Г) все перечисленное верно.

53. Качество природной среды — это

- А) степень соответствия природных условий потребностям людей или других живых организмов;
- Б) удовлетворяющий человека уровень природных условий;
- В) все перечисленное верно.

54. Красная книга — это:

- А) книга, в которую занесены редкие виды растений, животных и грибов;
- Б) официальный документ, содержащий регулярно обновляемые данные о состоянии и распространении редких и находящихся под угрозой исчезновения видов редких животных, дикорастущих растений и грибов;
- В) регулярно издаваемый журнал о редких видах растений и животных.

55. Разрешение, выдаваемое специально уполномоченным органом, удостоверяющее право ее владельца на использование некоторого природного ресурса —

- А) сертификат;
- Б) лицензия;
- В) мониторинг;
- Г) стандарт.

56. Система экологических платежей включает:

- А) платежи за право пользования природными ресурсами;
- Б) платежи за загрязнение природной среды;
- В) все перечисленное верно.

57. Естественная или издревле измененная человеком природная территория, представляющая большую научную, культурную или социальную ценность, выделенная в качестве особо охраняемого участка, либо отдельный природный уникальный объект (комплекс).

- А) природный памятник;
- Б) заповедник;
- В) национальный парк;
- Г) все перечисленное верно.

58. Участки, в пределах которых запрещены отдельные виды и форма хозяйственной деятельности с целью охраны одного или нескольких видов живых существ, биогеоценозов, экологических компонентов или общего характера охраняемой местности — это

- А) государственные природные заповедники;
- Б) государственные природные заказники;
- В) природные парки;
- Г) все перечисленное верно.

- 59. За нарушение законодательства в области охраны окружающей среды в соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» установлены следующие виды ответственности:**
- А) административная;
 - Б) уголовная;
 - В) дисциплинарная;
 - Г) имущественная;
 - Д) все перечисленное верно.
- 60. Гипотетическая стадия развития биосферы, когда в будущем разумная деятельность людей станет главным определяющим фактором ее устойчивого развития — это**
- А) неосфера;
 - Б) биосфера;
 - В) ноосфера

Примерные вопросы для подготовки к зачету

1. Экология. Определение. Цели, задачи.
2. Аутэкология, дэмэкология, синэкология, биогеоценология.
3. Этапы исторического развития экологии как науки.
4. Чем отличается биоцентрическое и антропоцентрическое мировоззрения в экологии?
5. Основные причины конфликта между обществом и природой в современных условиях?
6. Что такое гомеостаз? Приведите примеры выносливости и упругости организмов.
7. Фотосинтез. Хемосинтез. Определения. Сходства и различия.
8. Продуценты и их роль в экосистеме.
9. Пищевые цепи. Приведите пример.
10. Дайте определение биологическому виду. Примеры. Исключения.
11. Что такое среда обитания и какие среды заселены организмами?
12. Экологический фактор. Определение и классификации.
13. Абиотические факторы. Классификация. Примеры.
14. Биотические факторы. Классификация. Примеры.
15. Экологический фактор. Определение. Закон минимума Либиха. Закон лимитирующих факторов Шелфорда.
16. Закон толерантности. Кто установил эту закономерность?
17. Экологическая ниша. Определение. Примеры.
18. Популяция. Определение. Свойства.
19. Популяция. Кривые роста.
20. Экологические пирамиды. Правило экологической пирамиды.
21. Виды-эдификаторы. Приведите примеры.
22. Что такое экологическая система? Продуктивность экосистем.
23. круговороты веществ. Малый и большой круговороты.
24. Сукцессия. Причины возникновения. Первичная и вторичная сукцессии.
25. Биосфера. Определение. Границы.
26. Ноосфера.
27. Природные ресурсы. Классификация природных ресурсов.
28. Экологическое право. Объекты и субъекты экологического права в нашей стране.
29. Экономические механизмы охраны окружающей среды.
30. Международное сотрудничество в области охраны среды. Какие организации работают в этой области?
31. Киотский протокол. Содержание и основные принципы.
32. Устойчивое развитие.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология. — М.: Дрофа, 2009.
2. Криксунов Е.А., Пасечник В.В. Экология. - 5-е изд., дораб. — М.: Дрофа, 2001.
3. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Учебник для студентов высших учебных заведений. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2009.
4. Воронков Н.А. Основы общей экологии: Учебник для студентов высших учебных заведений.— М.: Агар, 1999.
5. Лебедева М.И., Анкудимова И.А. Экология. — Тамбов: Издательство ТГТУ, 2002.
6. Степановских А.С. Экология: Учебник для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
7. Омельченко Е.В., Страхова Н.А. Экология и природопользование. Учебное пособие для ВУЗов. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2007.
8. Горелов А.А. Экология. Учебник для студентов высших учебных заведений. — М.: Academia, 2009.

Дополнительная литература:

1. Цветкова Л.И., Алексеев М.И. и др. Экология / Под ред. Л.И. Цветковой. — М.: Изд-во АВС ; СПб.: Химиздат, 1999.
2. Хрестоматия по общей экологии (развитие идей) / Сост. Н.А. Кузнецова. — М.: Изд-во МНЭПУ, 2001.
3. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. — М.: Мысль, 1990.
4. Петров В.В. Экологическое право России. — М.: Изд-во БЕК, 1997.
5. Грабб М., Вролик К., Брэк Д. Киотский протокол: Анализ и интерпретация / Пер. с англ. — М.: Наука, 2001.
6. Богданкевич О.В. Лекции по экологии. — М.: ФИЗМАТ ЛИТ, 2002.
7. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. В 3-х томах. — М.: Мир, 2007.
8. Уиттекер Н.М. Сообщества и экосистемы. — М.: Мир, 1980.
9. Вернадский В.И. Живое вещество и биосфера: Библиогр. тр. акад. В.И. Вернадского. — М.: Наука, 1994.
10. Одум Ю. Экология. — М.: Мир, 1986.
11. Басов В.М. Задачи по экологии и методика их решения. Учебное пособие. — М.: Либроком, 2009.
12. Корнилова О.А., Пономарева И.Н., Соломин В.П. Общая экология. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2000.
13. Шилов И.А. Экология: Учебник для студентов биологических и медицинских специальностей вузов. — М.: Высшая школа, 2009.
14. Жигарев И.А. Задачи и упражнения к школьному курсу общей экологии. // Журнал Биология. — 2002, № 15—19.