

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра воспроизводства и переработки лесных ресурсов

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И.Луковникова

« _____ » декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЭКОЛОГИЯ**

Б1.В.ДВ.04.01

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих
производств**

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Лесоинженерное дело

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	5
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	6
4.3 Лабораторные работы.....	47
4.4 Семинары / практические занятия.....	47
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	47
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	48
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	49
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	49
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	50
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	50
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ семинаров / практических работ	50
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	68
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	68
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	75
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	76
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	76

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Формирование у обучающихся представлений о сложности, связности и функционировании биологических надорганизменных систем и их взаимодействии со средой; ознакомление с принципами и концепциями современной экологии.

Задачи дисциплины

- изучить экологические функции и значимость лесов, экологические факторы, влияющие на жизнь леса;
- изучить последствия проведения сплошных и не сплошных рубок с применением агрегатной техники, нормативы на сохранность подроста в различных лесорастительных условиях;
- изучить виды неблагоприятных воздействий на леса, способы борьбы с ними или снижения их воздействия (влияние пожаров, вредителей, болезней и промышленных выбросов на лесную среду);
- изучить ответственность лесопользователей за нарушение лесохозяйственных требований;
- изучить виды и масштабы воздействия на водные ресурсы;
- освоить изменения в окружающей среде, научно-технические и эколого-технологические проблемы, связанные со строительством водохранилищ;
- изучить последствия влияния плавающей и затопленной древесины на водные объекты.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3	готовность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды	<ul style="list-style-type: none"> - основные понятия, термины и законы структурной и функциональной организации надорганизменных биосистем; - основные компоненты лесных и урбоэкосистем: растительный и животный мир, почвы; - свойства лесных экосистем; - последствия проведения сплошных и не сплошных рубок с применением агрегатной техники, нормативы на сохранность подроста в различных лесорастительных условиях; - виды неблагоприятных воздействий на леса, способы борьбы с ними или снижения их воздействия (влияние пожаров, вредителей, болезней и промышленных выбросов на лесную среду); - виды и масштабы воздействия на водные ресурсы. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать основные законы экологии в практической деятельности при решении профессиональных задач; - исследовать компоненты лесных биоценозов; - давать оценку воздействия на окружающую среду негативных

		техногенных факторов. владеть: - основными методами определения показателей продуктивности, устойчивости и видового разнообразия лесных фитоценозов.
ПК-4	готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также выбирать технические средства и технологии с учетом экологических процессов их применения	знать: - современные глобальные и региональные экологические проблемы и причины их возникновения; - проблемы сохранения биоразнообразия и принципы организации экологически грамотного природопользования. - основные условия устойчивого состояния экосистем и причинах возникновения экологического кризиса; - основные природные ресурсы России и мониторинг окружающей среды; - экологические принципы рационального природопользования; - изменения в окружающей среде, научно-технические и эколого-технологические проблемы, связанные со строительством водохранилищ; - последствия влияния плавающей и затопленной древесины на водные объекты; уметь: - использовать экологические методы исследования в природных и искусственных биосистемах; - принимать решения практического характера с целью экологической оптимизации природопользования; - применять знания экологических законов функционирования природных экосистем для повышения уровня экологического сознания населения. владеть: - навыками, необходимыми для освоения теоретических основ и методов экологии; - методами планирования и проведения экологических исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 Экология относится к вариативной части учебного плана.

Дисциплина экология базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, лесоводство, биология, таксация леса.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, экология представляет основу для изучения дисциплин: энергетическое использование древесной биомассы, законодательные основы лесопользования, лесовосстановление на вырубках.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Семинары Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная	4	-	108	10	4	6	-	94	-	зачет
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по курсам, час
			4
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	10	4	10
Лекции (Лк)	4	2	4
Лабораторные работы (ЛР)	6	2	6
Групповые (индивидуальные) консультации*	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	94	-	94
Подготовка к лабораторным работам	18	-	18
Подготовка к зачету	76	-	76
III. Промежуточная аттестация зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся*
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
1.	Роль экологии в современном обществе.	20	1	-	19
1.1.	Предмет и задачи экологии. Организм и факторы среды. Экология популяций	20	1	-	19
2.	Экосистемы	28	1	2	25
2.1.	Экосистемы. Развитие экосистем. Сукцессии. Биосфера как глобальная экосистема	28	1	2	25
3.	Загрязнение окружающей среды	56	2	4	50
3.1.	Загрязнение атмосферного воздуха. Здоровье человека	28	1	2	25
3.2.	Глобальные экологические проблемы	28	1	2	25
	ИТОГО	104	4	6	94

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. Роль экологии в современном обществе.

Тема 1.1. Предмет и задачи экологии. Организм и факторы среды. Экология популяций

В последние 30-40 лет внимание общества к проблемам взаимодействия человеческой цивилизации с окружающей средой резко усилилось. Это и понятно: над биосферой Земли нависла угроза со стороны маленькой части этой биосферы – человечества. Актуальной стала проблема охраны природы, ведь никакое общественное или техническое совершенствование не обеспечивает возможность жизнедеятельности человека вопреки законам природы. Даже выйдя в космос и научившись многие месяцы жить под водой, человек остаётся биологическим видом, существование которого неразрывно связано с определёнными условиями (факторами) среды: температурой, влажностью, газовым составом воздуха, качеством воды, составом пищи, уровнем радиоактивности и др.

Источниками химического загрязнения биосферы стали практически все промышленные предприятия, транспорт, все более или менее крупные населённые пункты, зоны отдыха, крупные животноводческие комплексы, территории, занятые пахотными землями.

Загрязнение наземных биогеоценозов обычно начинается с частичного угнетения организмов, населяющих почвы и поверхностные воды, затем страдает высшая растительность и, наконец, начинается деградация почв и разрушение почвенного покрова.

Наглядный и характерный пример конечного результата – формирование техногенных пустынь вблизи крупных промышленных комбинатов и химических заводов.

В последние два десятилетия озабоченность людей и, прежде всего учёных, переросла в серьёзное беспокойство. Это связано с ухудшением качества окружающей человека природной среды.

Объём антропогенного воздействия на природу и окружающую человека среду в XX веке стал слишком велик и приблизился к пределу устойчивости биосферы, а по некоторым параметрам и превзошёл его.

Изменение масштабов хозяйственной деятельности.

Показатель	Начало XX в.	Конец XX в.
Валовой мировой продукт, млрд. \$	60	20 000
Численность населения, млрд. чел.	1,0	6,0
Потребление пресной воды, млрд. м ³	360	4000
Потребление чистой продукции биоты, %	1	40
Сокращение числа видов, %	-	20
Площадь, нарушенная хозяйственной деятельностью, %	20	60
Потребление энергии	1	Возросло в 12 раз (удвоение каждые 25 лет)

Основные экологические проблемы:

1. сокращение площади природных экосистем, сохранилось не более 27 % ненарушенных площадей (практически полностью исчезли такие крупные экосистемы, как степи);
2. сокращение площади тропических лесов (на 200 тыс. км² в год, или 20 млн. га). Площадь суши, занятая лесами, уменьшилась с 75 до 25%;
3. исчезновение биологических видов (в год исчезает от 5 до 15 тыс. видов);
4. изменение климата вследствие изменения баланса газов в атмосфере (глобальное потепление);
5. разрушение озонового слоя, появление озоновых дыр;
6. загрязнение Мирового океана;
7. накопление вредных веществ в воде, почве, воздухе;
8. опустынивание планеты;
9. деградация земель (эрозия почв, снижение плодородия, засоление почв);
10. общее истощение и нехватка природных ресурсов;
11. увеличение потребления пресной воды (на производство одной тонны бумажной массы расходуется триста тысяч литров пресной воды, а на изготовление тонны пластика – свыше миллиона литров). Человек приблизился к предельно допустимым пределам изъятия вод из рек (примерно 10% от стока);
12. накопление на поверхности суши бытового мусора и промышленных отходов;
13. абсолютное перенаселение Земли;
14. ухудшение среды жизни и качества жизни (генетические и новые заболевания, понижение иммунного статуса);
15. увеличение техногенных аварий и катастроф (рост ущерба и числа жертв на 5-10 % в год).

В целом современный человек вовлекает в производство и потребление такое количество вещества и энергии, которое в десятки и сотни раз превышает его чисто биологические потребности. Потребности людей в ресурсах становятся несоизмеримыми с возможностями биосферы. Если численность населения удваивается каждые 30-40 лет, то потребление ресурсов – через 8-10 лет. По этим же закономерностям увеличивается количество отходов и их воздействие на среду.

Главные проблемы.

- Резкое сокращение площади ненарушенных естественных экосистем, уменьшение биологического разнообразия, нарушающее устойчивость природных экосистем.

- Потребление и изъятие человеком возобновимых природных ресурсов – пресной воды, почвенного гумуса, биомассы растений – достигло критической скорости и превысило темпы их естественного воспроизводства.
- Истощение традиционных невозобновимых энергетических и сырьевых ресурсов.
- Загрязнение среды веществами и материалами, не утилизируемыми в естественных природных круговоротах. Загрязнение ведёт к неблагоприятным климатическим изменениям, создаёт угрозу здоровью людей, вызывает деградацию экосистем.

Всё это означает *наступление глобального экологического кризиса*.

Экологический кризис – это критическое состояние окружающей среды, вызванное расточительным использованием природных ресурсов (воды, воздуха, почвы, растительного и животного мира) и загрязнением окружающей среды, которое угрожает существованию человека.

Экологический кризис – напряжённое состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсоэкологическим возможностям биосферы.

Экологическая ситуация в России.

Территорию России обычно разбивают на три региона: Европейский, Уральский, Сибирь и Дальний Восток.

Европейская часть России, где проживает основная часть населения, отдельные регионы Урала и Сибири находятся в условиях экологического кризиса: экосистемы потеряли способность к самоочищению, резко снизилось производство биомассы, идёт распад экосистем, деградация и опустынивание земель, сокращается площадь лесов из-за вырубки и выгорания (до 2 млн. га в год). Ареалы с сильными деформациями природной среды имеют размеры в 10-15 тыс. км² и приходятся в среднем на каждые 70 тыс. км² территории.

По предварительным подсчётам, в пределах России наиболее неблагоприятные экологические ситуации в последние годы отмечались на площади около 2,5 млн. км² (15 % всей территории). С учётом деградированных пастбищ эта величина может достигать 18-20 %.

Около 60% россиян проживают в экологически неблагоприятных условиях. Только 15 % городских жителей России живут на территориях, где уровень загрязнения воздуха соответствует нормативам. Почти 50 % населения вынуждено пользоваться водой, качество которой не отвечает установленным нормам. При этом две трети водных источников России не пригодны для питья. Крупнейшие реки России загрязнены фенолами и тяжёлыми металлами. В Неву каждый день попадает примерно 2 тыс. тонн загрязняющих веществ. В Волге количество фенолов превышает ПДК в 5-20 раз. В 1990 г. в Волге уже нельзя было встретить здоровую рыбу. Ангара загрязнена фенолами и ртутью.

В период 1991-1999 г. в России негативное воздействие на ОС сокращалось, в т.ч. в результате последовательно проводившейся природоохранной работы. Однако, согласно данным «Доклада об оздоровлении экологической обстановки в РФ», опубликованном в 2003 г., с 2000 г. в динамике состояния ОС наметились отрицательные перемены, в 2001 г. эта негативная тенденция закрепилась. В 2000 г. впервые за последние 5 лет зарегистрирован рост промышленных выбросов в атмосферу (на 3,5% к уровню 1999 г.). Отмечен также рост сброса загрязнённых сточных вод в поверхностные водные объекты. За период 2000 г. образовалось более 120 млн. т твёрдых отходов (на 22% выше уровня 1999 г.). Объём полностью обезвреженных отходов в 2000 г. снизился почти на одну треть по сравнению с предыдущим годом.

Повсеместно в России остры проблемы истощения сельскохозяйственных угодий, снижения плодородия почв.

Быстро сокращается биологическое разнообразие природы России, гибнут экосистемы лесов, тундры, болот. Каждый десятый вид растений и животных находится на грани исчезновения. Вместе с тем Россия располагает большой площадью ненарушенных природных экосистем - тайги, тундры (около 65 % территории страны), которые являются нашим главным природным богатством и одной из немногих областей стабилизации биосферы всей планеты.

Для мира в целом названный показатель ненарушенных экосистем составляет 27%. Необходимо осознание исключительной важности сохранения этого ресурса. В Европейской части это прежде всего северо-восточные районы; в Азиатской части – почти весь север Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также обширные районы Западной Сибири. В последние годы демографическая ситуация в стране крайне осложнилась. Смертность превышает рождаемость в 1,7 раза. Ежегодно население России сокращается почти на 1 млн. человек. Состояние здоровья подростков можно охарактеризовать как критическое. Проверка, проведённая в 1136 школах в наиболее благополучной Волгоградской области, выявила крайне неудовлетворительное положение со здоровьем школьников. В начальных классах здоровыми являются только 25% учеников, а в старших классах их число уменьшается до критической отметки – 13%. Ко времени окончания школы выпускники уже имеют целый набор серьёзных болезней.

Предмет экологии.

Как самостоятельная наука экология сформировалась приблизительно к 1900 г. Термин «экология» был предложен немецким биологом Эрнстом Геккелем в 1866 г. Экология (от греч. oikos – дом и logos – наука) в буквальном смысле – наука о местообитании. Геккель дал экологии как науке исчерпывающее определение: «Под экологией мы понимаем сумму знаний, относящихся к экономике природы: изучение всей совокупности взаимоотношений животного с окружающей его средой, как органической, так и неорганической, и, прежде всего – его дружественных или враждебных отношений с теми животными и растениями, с которыми оно прямо или косвенно вступает в контакт».

Экология (как часть биологии) – это наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и с окружающей средой.

В **биоэкологии** обычно выделяют несколько взаимосвязанных разделов, которые иногда рассматривают как отдельные дисциплины:

- *Аутэкология*, или экология организмов (предмет изучения - организм и его среда, т.е. взаимоотношения особей с факторами среды).
- *Демозэкология*, или популяционная экология (изучает структуру и динамику популяций отдельных видов, взаимоотношения между организмами в пределах популяций и средой обитания). С развитием популяционной экологии связано решение таких проблем, как механизмы регуляции численности организмов, оптимальная плотность и допустимые нормы изъятия из популяций используемых видов, например в случае промыслового лова; уничтожение популяций при борьбе с вредителями.
- *Синэкология (биоценология)* – экология биоценозов (предмет изучения - многовидовое сообщество, т.е. синэкология – это учение о сообществах разных видов растений, животных и микроорганизмов в их взаимодействии друг с другом).
- *Биогеоценология* – учение об экосистемах, или биогеоценозах. Рассматривает экологические закономерности функционирования экосистем.
- *Глобальная экология* (учение о биосфере Земли).

По отношению к предметам изучения экологию подразделяют на экологию микроорганизмов, растений, животных.

С учётом среды, природно-климатических зон и компонентов среды выделяют экологию суши, пресных водоёмов, морей, тундры, лесов, пустынь, морских берегов, коралловых рифов и т.п.

В биоэкологии основное внимание уделяется природным (абиотическим и биотическим) факторам, их действию в естественных экосистемах. В прикладной экологии рассматриваются антропогенные факторы, специфика их действия в природных, природно-антропогенных и антропогенных системах (агроценозы, поселения, города, производственные комплексы).

Круг вопросов, рассматриваемых в **прикладной экологии**, в самом общем плане можно объединить в два раздела:

1. экологические проблемы, порождаемые деятельностью человека, их содержание, причины и следствия;

2. существующие и прогнозируемые пути и средства решения экологических проблем.

Эффективность решения проблем, связанных с антропогенным воздействием на природную среду, прямо зависит от того, в какой степени применяемые меры согласуются с законами общей экологии. Человечество должно осознать, что противоречия между человеком и средой его обитания не могут быть сняты без основательных и разносторонних экологических знаний и без серьёзных экономических затрат. Такие компенсационные затраты с каждым годом увеличиваются.

В последние десятилетия произошло быстрое расширение экологии. Вобрав в себя проблемы окружающей среды, она не только использует достижения других разделов биологии, но и вторгается в смежные с биологией дисциплины – в науки о Земле, в физику и химию, в различные инженерные отрасли, находит приложения за пределами естественных наук – в экономике, политике, социологии. Этот процесс проникновения идей и проблем экологии в другие области знания получил название *экологизации*. Экологизация отвечает потребности общества в объединении науки и практики для предотвращения экологической катастрофы. Экология превратилась из частного раздела биологии, знакомого узкому кругу специалистов, в обширный и ещё окончательно не сформировавшийся комплекс фундаментальных и прикладных дисциплин.

Рассмотрим, чем занимаются некоторые прикладные экологические дисциплины.

Биосферная экология изучает глобальные изменения, которые происходят на нашей планете в результате воздействия хозяйственной деятельности человека на природные явления.

Промышленная экология изучает влияние выбросов промышленных предприятий на окружающую среду и возможности снижения этого влияния за счёт совершенствования технологий и очистных сооружений.

Городская экология изучает возможности улучшения среды обитания человека в городе.

Медицинская экология изучает болезни человека, связанные с загрязнением среды, и способы их предупреждения и лечения. Здоровье населения любой территории – лучший показатель состояния среды его обитания.

Сельскохозяйственная экология изучает способы получения сельскохозяйственной продукции без истощения ресурсов почвы и лугов и способы производства экологически чистых продуктов (т.е. продуктов, не загрязнённых опасными для здоровья человека веществами).

Лесная экология изучает способы использования ресурсов лесов при их постоянном восстановлении, а также роль, которую играют леса в поддержании водного режима ландшафтов.

Экология тундр изучает способы рационального природопользования в тундре и лесотундре – оленеводство и охота. Важным направлением в экологии тундр в последнее десятилетие стало изучение влияния на экосистемы добычи нефти и газа и разработка способов уменьшения вредного воздействия промышленности.

Экология морей изучает влияние хозяйственной деятельности человека на морские экосистемы, а именно: загрязнение при добыче нефти и газа на шельфе, при сбрасывании в воду промышленных и бытовых стоков и твёрдых отходов, в том числе с морских судов. Эта наука разрабатывает методы восстановления и поддержки морских экосистем.

Математическая экология моделирует экологические процессы, т.е. отклонения в природе, которые произойдут при изменении экологических условий.

Химическая экология разрабатывает методы определения веществ - загрязнителей, попадающих в атмосферу, воду, почву и продукты питания, способы химической очистки газообразных, жидких и твёрдых отходов и новые технологии производства, при которых количество отходов уменьшается.

Экономическая экология разрабатывает экономические механизмы рационального природопользования – оценки стоимости ресурсов (вода, древесина, нефть и т.д.) и размеры штрафов за загрязнения.

Юридическая экология разрабатывает систему законов, направленных на защиту природы.

Методы прикладной экологии.

Методы прикладной экологии быстро развиваются. Её важными средствами становятся:

- комплексный эколого-экономический анализ состояния территорий;
- методы инженерно-экологических изысканий, необходимых для оптимального размещения, проектирования, строительства и реконструкции гражданских и хозяйственных объектов;
- методы оценки влияния техногенных загрязнений и деградации окружающей среды на здоровье людей;
- методы контроля хозяйственной деятельности: экологический мониторинг; экологическая аттестация и паспортизация хозяйственных объектов; экологическая экспертиза.

Важнейшие **общие задачи современной экологии:**

1. Диагностика состояния природы планеты и её ресурсов, определение порога выносимости живой природы по отношению к антропогенной нагрузке (изъятию биологических ресурсов, загрязнению среды, изменениям климата).
2. Разработка прогнозов изменений биосферы и состояния окружающей среды при разных сценариях экономического и социального развития человечества.
3. Формирование экологически ориентированной стратегии поведения человеческого общества и экологически чистых технологий.

Организм и факторы среды

Среда обитания – это часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует.

Любое живое существо живёт в сложном и меняющемся мире, постоянно приспосабливаясь к нему и регулируя свою жизнедеятельность в соответствии с его изменениями и потребляя поступающие извне материю, энергию, информацию.

На нашей планете живые организмы освоили четыре основные **среды обитания**, сильно различающиеся по специфике условий. Водная среда была первой, в которой возникла и распространилась жизнь. В последующем живые организмы овладели наземно-воздушной средой, затем создали и заселили почву. Четвёртой специфической средой жизни стали сами живые организмы, каждый из которых представляет собой целый мир для населяющих его паразитов или симбионтов.

Приспособления организмов к среде носят название **адаптации**. Способность к адаптациям – одно из основных свойств жизни вообще, так как обеспечивает саму возможность её существования, возможность организмов выживать и размножаться. Адаптации проявляются на разных уровнях: от биохимии клеток и поведения отдельных организмов до строения и функционирования сообществ и экологических систем. Адаптации возникают и изменяются в ходе эволюции видов.

Свойства и компоненты окружающей среды, которые воздействуют на организм, называются **экологическими факторами**.

Экологические факторы могут быть необходимы или вредны для живых существ, способствовать или препятствовать выживанию и размножению.

Условия существования – это совокупность экологических факторов, обуславливающих рост, развитие, выживание и воспроизводство организмов.

Условия существования – это те факторы, без которых невозможна жизнь организма (пища, вода, тепло, свет, кислород).

Классификация факторов

Всё многообразие экологических факторов обычно подразделяют на три группы:

- Абиотические,
- Биотические,
- Антропогенные.

Абиотические факторы – это совокупность важных для организмов свойств неживой природы. Эти факторы можно разделить на химические (состав атмосферы, солевой состав воды, почвы) и физические (температура, давление, свет, влажность воздуха, радиоактивное излучение и т.п.). Первостепенное значение среди абиотических факторов имеют

- Климатические (солнечный свет, температура, влажность),
- Географические (продолжительность дня и ночи, рельеф местности),
- Гидрологические (течение, волны, состав и свойства вод),
- Эдафические (состав и свойства почв).

Биотические факторы – это формы воздействия живых существ друг на друга. Всё многообразие взаимоотношений между организмами можно разделить на два основных типа: антагонистические и неантагонистические.

Антагонистические – это такие отношения, при которых организмы двух видов подавляют друг друга (- -) или один из них подавляет другой без ущерба для себя (+ -). Основные формы антагонистических отношений:

- **Хищничество** – форма взаимоотношений организмов разных трофических уровней, при которой один вид организмов живёт за счёт другого, поедая его (+ -),

- **Паразитизм** – межвидовые взаимоотношения, при которых один вид живёт за счёт другого (+ -), поселяясь внутри или на поверхности тела организма-хозяина. Паразитизм наиболее широко распространён среди растений и низших животных – вирусов, бактерий, грибов, червей, а также это – клещи, пиявки, блохи.

- **Конкуренция** – форма взаимоотношений, при которых организмы одного трофического уровня борются за пищу и другие условия существования, подавляя друг друга (- -).

Конкуренция – это такое взаимодействие организмов, которое проявляется как взаимное угнетение между ними, вызванное сходными потребностями в ограниченном ресурсе, доступность которого уменьшается при росте численности конкурирующих организмов.

Механизмы конкурентного вытеснения:

1. Агрессия, драки, формы территориального поведения (млекопитающие и птицы).
2. Перекрытие доступа к ресурсу (характерно для растений – перехват минеральных веществ и влаги, создание неблагоприятных световых условий для конкурента).
3. Химическое подавление деятельности конкурента. Метаболиты одного вида смертельны для другого (микроорганизмы). Известно также для растений; некоторые виды, не требовательные к высокому содержанию азота в почве, способны подавлять корневыми выделениями деятельность азотфиксирующих бактерий и таким образом закреплять за собой бедные азотом почвы (залежи).

- **Неантагонистические** взаимоотношения теоретически можно выразить многими комбинациями: нейтральные (0 0), взаимовыгодные (+ +), односторонние (0 +) и др. Основные формы этих взаимодействий следующие: симбиоз, мутуализм и комменсализм.

- **Мутуализм** – это обоюдновыгодные, но не обязательные взаимоотношения разных видов организмов (+ +). Пример симбиоза – сожительство рака-отшельника и актинии: актиния передвигается, прикрепляясь к спине рака, а тот получает с помощью актинии более богатую пищу и защиту. Другой пример – взаимовыгодные отношения между тлями и «пасущими» их муравьями.

- **Симбиоз** – взаимовыгодные и обязательные для роста и выживания отношения организмов разных видов (+ +). Лишайники – хороший пример

положительных взаимоотношений водорослей и грибов. При распространении насекомыми пыльцы растений у обоих видов вырабатываются специфические приспособления: цвет и запах у растений, хоботок – у насекомых, соответствующий определённой форме цветка.

➤ **Комменсализм** – взаимоотношения, при которых один из партнёров извлекает выгоду, а другому они безразличны (+ 0). Примеры комменсализма – лев и грифы-падальщики, акула и рыбы-прилипалы, дуплистые деревья и птицы.

Несмотря на конкуренцию и другие типы антагонистических отношений, в природе многие виды могут спокойно уживаться. В таких случаях говорят, что каждый вид обладает собственной *экологической нишей*. Близкородственные организмы, имеющие сходные требования к среде обитания, не живут, как правило, в одних и тех же условиях. Если они и живут в одном месте, то либо используют разные ресурсы, либо имеют другие различия в функциях. Например, разные виды дятлов. Хотя все они одинаково питаются насекомыми и гнездятся в дуплах деревьев, но имеют как бы разную специализацию. Большой пёстрый дятел добывает пищу в стволах деревьев, средний пёстрый – в крупных верхних ветвях, малый пёстрый – в тонких веточках, зелёный дятел охотится на муравьёв на земле, т.е. разные виды дятлов имеют разные экологические ниши.

Экологическая ниша вида - это то положение вида, которое он занимает в общей системе биоценоза, комплекс его биоценологических связей и требований к абиотическим факторам среды.

Экологическая ниша – это совокупность характеристик среды обитания, соответствующих требованиям данного вида: пища, условия размножения и т.д.

Наблюдения показывают, что два вида, сосуществующие на одной территории, не могут иметь совершенно одинаковые требования к условиям жизни. Иначе один из них обязательно вытеснит другой. Эта закономерность получила название правила Гаузе.

Правило конкурентного исключения Гаузе:

Если два вида со сходными требованиями к среде (питанию, поведению, местам размножения и т.д.) вступают в конкурентные отношения, то один из них должен погибнуть либо изменить свой образ жизни и занять новую экологическую нишу.

Если экологические ниши двух видов лишь частично совмещаются (перекрываются) друг с другом, то в конечном счёте устанавливается конкурентное равновесие, режим сосуществования.

Антропогенные факторы – это совокупность различных воздействий человека на неживую и живую природу. В результате производственной деятельности людей изменяются рельеф земной поверхности (при вырубке лесов, распашке степей, осушении болот), изменяется химический состав атмосферы, климат, исчезают естественные экосистемы и создаются искусственные агро- и техноэкосистемы, водохранилища, коммуникации. Подсчитано, что с 1600 г. человеком так или иначе (в результате охоты или за счёт вырубки лесов) уничтожено 162 вида птиц и свыше 100 видов млекопитающих. Но, с другой стороны, человек создаёт новые сорта растений и породы животных. Стремительная урбанизация – рост городов в последние полвека – изменила лик Земли сильнее, чем многие другие виды деятельности за всю историю человечества. Наиболее очевидное проявление антропогенного влияния на биосферу – загрязнение окружающей среды (в том числе и среды обитания человека) – воздуха, водоёмов, земли побочными продуктами и отходами производства. Преобладающая часть антропогенных факторов, связанная с производством, с применением техники, с влияниями промышленности, транспорта, строительства на природные экологические системы и окружающую человека среду, носит название *техногенных факторов*.

Общие закономерности действия абиотических факторов на организм

Несмотря на большое разнообразие природных экологических факторов, в характере их воздействия на организмы и в ответных реакциях живых существ можно выявить ряд общих закономерностей. Приведём наиболее известные.

Закон оптимума:

Каждый фактор имеет лишь определённые пределы положительного влияния на организмы.

В процессе эволюции организмы адаптировались к экологическим факторам в определённых количественных пределах: определённый интервал температур, определённые пределы влажности и т.д. Например, для развития проростков кокосовой пальмы нужна (помимо других условий) температура не ниже 26° и не выше 41°С. Уменьшение или увеличение значения фактора за этими пределами угнетает жизнедеятельность, а при достижении некоторого минимального или максимального уровня наступает гибель.

*Область количественных значений какого-либо фактора среды, в пределах которой могут существовать представители данного вида организмов, называют **диапазоном толерантности** (биоинтервалом фактора, диапазоном выживания).*

О границах диапазона толерантности судят по *функциям отклика* на действие фактора. *Функция отклика* – это разные проявления жизнедеятельности. Например, для растений можно следить за интенсивностью фотосинтеза, скоростью роста, для животных обобщенной функцией отклика является выживаемость или численность популяции при соответствующих значениях фактора среды.

Количественный диапазон фактора, наиболее благоприятный для жизнедеятельности, называется **экологическим оптимумом** (от лат. «оптимус» - наилучший). Чем сильнее отклонения от оптимума, тем больше выражено угнетающее действие данного фактора на организмы. Значения фактора, лежащие в зоне угнетения, называются **экологическим пессимумом** (от лат. пессимум – наихудший). Минимальное и максимальное значения фактора, при которых наступает гибель, называются соответственно **экологическим минимумом и экологическим максимумом**.

Например, для температурного фактора верхним пределом жизни, вероятно, являются температуры, при которых разрушаются ферменты и свёртываются белки (50-60°С). Однако отдельные организмы могут существовать при более высоких температурах. В горячих источниках Камчатки были обнаружены водоросли при температуре 82°С. Нижний предел температуры, при котором возможна жизнь, около -70°С. В анабиозе, т.е. в неактивном состоянии, некоторые организмы сохраняются при абсолютном нуле.

Свойство организмов адаптироваться к существованию в том или ином диапазоне экологического фактора называется *экологической пластичностью*.

Чем шире диапазон экологического фактора, в пределах которого данный организм может жить, тем больше его экологическая пластичность. По степени пластичности выделяют два типа организмов: стенобионтные и эврибионтные.

Стенобионтные, или узкоприспособленные, виды способны существовать лишь при небольших отклонениях фактора от оптимального значения.

Эврибионтными называются широкоприспособленные организмы, выдерживающие большую амплитуду колебаний экологического фактора.

К стенобионтам (стеноэкам) относятся, например, типичные обитатели морей, которые живут в условиях высокой солёности (камбала), и типичные обитатели пресных вод (карась). Они обладают невысокой экологической пластичностью. А вот трёхиглая колюшка может жить как в пресных, так и в солёных водах, т.е. является эврибионтом (эвриэком) и характеризуется высокой пластичностью.

Для обозначения отношения организма к конкретному фактору к названию фактора добавляют приставки: стено- и эври-. Так, по отношению к температуре бывают *стенотермные* виды (карликовая берёза, тропические орхидеи) и *эвритермные* виды (растения умеренного пояса), по отношению к солёности – *стеногалинные* (карась, камбала, морские звёзды) и *эвригалинные* (колюшка, лосось). Гусеница тутового шелкопряда и австралийский коала, питающиеся листьями одного вида растений, - *стенофаги*, а бурый медведь, как и человек, - *эврифаги*.

Вполне объяснимо, что эврибионты обычно широко распространены, а стенобионты имеют ограниченный ареал распространения.

Обратим теперь внимание не на ширину биоинтервала, а на характер изменения функций отклика при отклонениях от оптимума. У одних организмов при отклонении значений фактора от точки оптимума сразу же изменяется и функция отклика. Они как бы покорно подчиняются ухудшению внешних условий. Так, с понижением температуры среды понижается температура деревьев и замедляется в них обмен веществ. Но при этом всё время сохраняется способность восстановить жизненные функции в первоначальном объёме при возвращении благоприятных условий. Такие организмы называют обычно **выносливыми**, или **толерантными** (от лат. *tolerantia*— терпение). К ним относятся растения и низшие животные, пассивно переносящие охлаждение, замерзание, высыхание, голод, дефицит кислорода. Крайние проявления такой способности, наблюдаемые вблизи границ или даже за пределами биоинтервала, - состояние спячки (гипобиоза) у животных, пресмыкающихся (змей, ящериц), характеризующиеся глубоким замедлением жизнедеятельности, и анабиоз – полное, но обратимое замирание всех жизненных процессов, как это имеет место у спор, семян и многих низших животных.

Но во многих случаях нет простого подчинения функций организма изменениям среды; включаются различные механизмы защиты от неблагоприятных воздействий, сопротивления им или их активного избегания. Реакции защиты и сопротивления обеспечивают большую или меньшую **устойчивость** (или **резистентность**, от лат. *resistere* - противостоять, сопротивляться) организма по отношению к отклонениям от оптимума. Примером высокой физиологической устойчивости служит постоянство температуры внутренних частей тела у птиц и млекопитающих при значительных изменениях температуры среды. Или постоянство солевого состава и осмотического давления крови у животных в среде с совершенно другими свойствами или при больших колебаниях водно-солевого обеспечения организма.

Лимитирующие факторы

Понятие о лимитирующих (ограничивающих) факторах было введено в 1840 г. немецким химиком Ю.Либихом. Изучая влияние на рост растений содержания различных химических элементов в почве, он обнаружил, что урожай зависит не от тех элементов питания, которые требуются в больших количествах и присутствуют в изобилии (например, углекислый газ и вода), а от тех, которые, хотя и нужны растению в меньших количествах, но практически отсутствуют в почве или недоступны растениям (например, цинк, бор). Либих сформулировал принцип: «Веществом, находящимся в минимуме, управляется урожай и определяется величина и устойчивость его во времени». Этот принцип известен под названием **закона минимума Либиха**, который, применительно к конкретным опытам учёного, гласит: *рост растения зависит от того элемента питания, который присутствует в минимальном количестве.*

Предположим, в почве содержатся все элементы минерального питания, необходимые для данного вида растений, кроме одного из них, например бора. Рост растений на такой почве будет сильно угнетён или вообще невозможен. Если мы теперь добавим в почву нужное количество бора, это приведёт к увеличению урожая. Но если мы будем вносить любые другие химические элементы (например, азот, фосфор, калий) и даже добьёмся того, что все они будут содержаться в оптимальных количествах, а бор по-прежнему будет отсутствовать, это не даст никакого эффекта.

В качестве наглядной иллюстрации закона минимума Либиха часто изображают бочку, у которой образующие боковую поверхность доски имеют разную высоту (так называемая «бочка Либиха»). Длина самой короткой доски определяет уровень, до которого можно наполнить бочку водой. Следовательно, длина этой доски – лимитирующий фактор для количества воды, которую можно налить в бочку. Длина других досок уже не имеет значения.

Позднее сформулированный Либихом закон был распространён и на другие экологические факторы. Ограничивать, или лимитировать, развитие организмов могут тепло,

свет, вода, содержание кислорода и другие факторы, если их значение близко к экологическому минимуму.

Закон минимума Либиха в общем виде можно сформулировать так:

Рост и развитие организмов зависят в первую очередь от тех факторов среды, значение которых приближается к экологическому минимуму.

Сформулированный закон применим как к растениям, так и к животным.

В 1913 г. английский биолог В.Шелфорд обратил внимание на то, что ограничивать развитие живых организмов может не только недостаток, но и избыток того или иного экологического фактора. Избыток тепла, света, воды и даже питательных веществ может оказаться столь же губительным, как и их недостаток. Например, урожай может погибнуть из-за дождей (избыток влаги), из-за перенасыщения почвы удобрениями и т.д. Таким образом, Шелфорд ввёл представление о лимитирующем влиянии максимума наравне с минимумом. *Закон толерантности Шелфорда* в общем виде формулируется следующим образом:

Рост и развитие организмов зависят в первую очередь от тех факторов среды, значения которых приближаются к экологическому минимуму или экологическому максимуму.

Таким образом, если значение хотя бы одного из экологических факторов приближается к минимуму или максимуму, существование и процветание организма, популяции или сообщества становится зависимым именно от этого, лимитирующего жизнедеятельность фактора.

Лимитирующий (ограничивающий) фактор – это любой фактор, который ограничивает процесс развития или существования организма, вида или сообщества.

Лимитирующий фактор – это экологический фактор, значения которого приближаются к крайним значениям диапазона толерантности (т.е. к экологическому максимуму или минимуму).

Максимально и минимально переносимые значения фактора – это критические точки, за пределами которых существование организма или популяции уже невозможно. Диапазон значений экологического фактора между минимумом и максимумом, в пределах которого только и может существовать данный организм, и который определяет величину выносливости организма, Шелфорд назвал пределами толерантности.

Именно лимитирующие факторы контролируют условия существования и приобретают первостепенное значение в жизни организмов и биологических систем. Принцип лимитирующих факторов справедлив для всех типов живых организмов – растений, животных, микроорганизмов и относится как к абиотическим, так и к биотическим факторам. Ценность концепции лимитирующих факторов состоит в том, что она позволяет разобраться в сложных взаимосвязях в экосистемах и сконцентрировать внимание на тех факторах внешней среды, которые с наибольшей вероятностью могут оказаться лимитирующими.

Примеры лимитирующих факторов.

1. Содержание кислорода в наземных местообитаниях велико, и он настолько доступен, что практически никогда не является лимитирующим фактором (за исключением больших высот в горах). Кислород мало интересует экологов, занимающихся наземными экосистемами. Однако в водной среде количество растворённого кислорода подвержено сильным колебаниям и может оказаться фактором, лимитирующим развитие живых организмов (заморы рыб, например).

2. Лимитирующим фактором, ограничивающим проникновение водорослей на большую глубину, является недостаток света. Для низкорослых, затенённых растений,

молодых деревьев недостаток света также может являться фактором, лимитирующим их жизнедеятельность.

3. Температура – важный лимитирующий фактор, о чём свидетельствует относительная скудность жизни в пустынях и в арктических областях. Большинство животных, обитающих в пустынях, приспособились к трудным условиям существования, приучившись жить днём в норах и выходить по ночам, чтобы кормиться. В жаркий день, когда температура воздуха превышает 40°C, в норке кенгуровой крысы, расположенной под землёй на глубине 60 см, температура может быть равна всего лишь 15°C.

В США неоднократно пытались акклиматизировать в южных штатах обыкновенного фазана, но попытки оказались неудачными. Дело в том, что взрослые особи там хорошо выживают, однако высокие дневные температуры, по-видимому, убивают развивающиеся зародыши в яйцах, не давая им возможности закончить развитие. Таким образом, температура как лимитирующий фактор определяет и географическое распространение вида. Продвижение организмов на север, в свою очередь, лимитируется недостатком тепла.

4. Недостаток воды либо избыток влаги могут служить лимитирующим фактором для наземных растений и животных и вызывать угнетение их жизнедеятельности, а иногда и гибель. Недостаток или избыток влаги в свою очередь может определяться количеством атмосферных осадков, их распределением в течение года, количеством грунтовых вод.

5. Недостаток микроэлементов, необходимых растениям и животным, также может оказаться лимитирующим фактором. Например, недостаток кобальта и меди вызывает серьёзные заболевания растений и животных, поэтому некоторые районы Австралии непригодны для разведения овец и крупного рогатого скота.

В двух озёрах Висконсина, бедных кальцием, насчитывается в три раза меньше видов растений и в два раза меньше видов животных, чем в двух других аналогичных озёрах, воды которых относительно богаты кальцием.

6. Характер почвы, кислотность почвы, толщина слоя гумуса, солёность почвы и т.п. – все эти факторы являются лимитирующими для многих растений.

7. Биотические факторы также часто ограничивают распространение тех или иных организмов. Лимитирующим фактором для развития организмов данного вида может стать конкуренция со стороны другого вида.

8. Присутствие хищников или паразитов.

9. В земледелии лимитирующим фактором часто становятся вредители, сорняки.

10. Для некоторых растений лимитирующим фактором развития становится недостаток (или отсутствие) опылителей. Например, завезённый из Средиземноморья в Калифорнию инжир не плодоносил там до тех пор, пока не догадались завезти туда и определённый вид осы – единственного опылителя этого растения.

Выявление лимитирующих факторов очень важно во многих видах деятельности, особенно в сельском хозяйстве. Если целенаправленно влиять на лимитирующие условия, можно быстро и эффективно повышать урожайность растений и производительность животных. Так, при разведении пшеницы на кислых почвах никакие агрономические мероприятия не дадут эффекта, если не применять известкования, которое снизит ограничивающее действие кислотности.

Как мы уже отмечали, молодые организмы более уязвимы и более требовательны к условиям среды, чем взрослые особи, поэтому в период размножения многие факторы становятся лимитирующими. Знание того, что личинки и куколки жуков-щелкунов – вредителей сельскохозяйственных культур на западном побережье США – очень чувствительны к сильным колебаниям влажности, помогает бороться с данными насекомыми-вредителями. Для борьбы с ними орошаемые поля затопляют водой, чтобы

чрезмерно повысить влажность, или же, напротив, высевают на полях люцерну или пшеницу, которые осушают почву ниже того предела, при котором выживают личинки.

Экология популяций

Популяция – это группа организмов одного вида, способных обмениваться генетической информацией, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности и существующая необозримо длительное время на данной территории.

Слово популяция происходит от латинского «популюс» - народ, население. Экологическую популяцию, таким образом, можно определить как население одного вида на определённой территории.

Члены одной популяции оказывают друг на друга не меньшее воздействие, чем физические факторы среды или другие виды организмов. В популяциях в той или иной степени проявляются все формы связей, характерные для межвидовых отношений, но наиболее ярко выражены мутуалистические (взаимно полезные) и конкурентные отношения. Особые внутривидовые взаимосвязи – это отношения, связанные с воспроизводством, отношения между особями разных полов и между родительским и дочерним поколениями. Во всех случаях в популяциях действуют законы, позволяющие использовать ограниченные ресурсы среды таким образом, чтобы обеспечить оставление потомства. Достигается это в основном через количественное изменение населения. Популяции многих видов обладают свойствами, позволяющими им регулировать свою численность.

Поддержание оптимальной в данных условиях численности называют *гомеостазом* популяции.

Основные характеристики популяций:

1. *численность* – общее количество особей на выделяемой территории,
2. *плотность популяции* – среднее число особей на единицу площади или объёма занимаемого популяцией пространства,
3. *рождаемость* – число новых особей, появившихся за единицу времени в результате размножения,
4. *смертность* – показатель, отражающий количество погибших в популяции особей за определённый отрезок времени,
5. *прирост популяции* – разница между рождаемостью и смертностью; прирост может быть как положительным, так и отрицательным,
6. *темп роста* – средний прирост за единицу времени.

Популяции свойственна определённая организация.

Структуру популяции отражают распределение особей по территории, соотношения групп по полу, возрасту, физиологическим, поведенческим и генетическим особенностям.

Структура популяций имеет приспособительный характер, т.к. она формируется не только на основе биологических свойств вида, но и под влиянием абиотических факторов среды и под влиянием популяций других видов. Следовательно, разные популяции одного вида обладают как сходными особенностями структуры, так и отличительными, связанными со спецификой экологических условий в местах их обитания.

Различают половую, возрастную, генетическую, пространственную и экологическую **структуры популяций**.

Половая структура популяции – соотношение в ней особей разного пола.

Возрастная структура популяции – соотношение в составе популяции особей разного возраста. Возрастная структура популяции отражает интенсивность размножения, уровень смертности, скорость смены поколений.

Генетическая структура популяции – определяется изменчивостью и разнообразием генотипов, а также разделением популяции на группы генетически близких особей, между которыми происходит постоянный обмен. Признаки организмов находятся под совместным контролем генов и экологических факторов. Один и тот же генотип в разных условиях способен привести к появлению различающихся фенотипов (фенотип – совокупность генетически определяемых признаков и свойств организма). Разнообразие генотипов зависит от размера популяции и внешних факторов, влияющих на её структуру. В небольших

изолированных и стабильных популяциях закономерно возрастает частота близкородственного скрещивания, что уменьшает генетическое разнообразие и увеличивает угрозу вымирания.

Пространственная структура популяции – это характер размещения и распределения отдельных членов популяции и их группировок на популяционной территории (ареале). Часто наблюдается группировка (агрегация) особей, которая усиливает конкуренцию между индивидами, но способствует выживанию группы в целом. Так образуются стаи, стада, колонии и другие объединения особей, благодаря чему достигаются различные защитные эффекты. Различают скученное, случайное и равномерное распределение особей в популяциях. Для разных организмов существуют определённые индивидуальные площади и радиусы трофической, кормовой активности.

Экологическая структура популяции – это подразделённость популяции на группы особей, по-разному взаимодействующих с факторами среды. Легко выявляются группировки *по питанию*, так как особи разного пола и возраста обладают различным пищевым предпочтением. Разные члены популяции отличаются друг от друга *по ориентировочному поведению и по двигательной активности*; у многих животных хорошо выражены различия реакций избегания опасности или оптимизационного поиска. Часто наблюдается распределение функций при охоте на добычу, при уходе за потомством и т.п. Наличие мигрирующих и немигрирующих групп особей накладывает отпечаток на ряд физиологических особенностей питания, полового поведения, групповой активности.

Любая популяция теоретически способна к неограниченному росту численности, если её не лимитируют (не ограничивают) факторы внешней среды. В таком гипотетическом случае скорость роста популяции будет зависеть только от величины *биотического потенциала*, свойственного виду. Этот показатель отражает *теоретический максимум потомков от одной пары (или одной особи) за единицу времени, например за год или за весь жизненный цикл*. Среди насекомых рекордсмен – матка термитов: она кладёт по одному яйцу в секунду на протяжении всей жизни (у некоторых видов – до 12 лет). Сельдь на протяжении жизни откладывает от 8 до 75 млрд. икринок.

В природе биотический потенциал никогда не реализуется полностью. Его величина обычно складывается как разность между рождаемостью и смертностью в популяциях. Смертность особей вызывается *факторами сопротивления среды*: недостаток пищи, действие неблагоприятных природных факторов, конкуренция, отклонения в развитии, болезни, паразиты, хищники, нехватка пространства, убежищ и т.п.

Сопротивление среды – это сочетание лимитирующих (ограничивающих) факторов.

Сопротивление среды сильнее всего действует на молодых особей.

В экологии широкое распространение получило графическое построение *«кривых выживания»*. На основании таких кривых можно определить периоды, в течение которых тот или иной вид особенно уязвим. Поскольку смертность подвержена более резким колебаниям и больше зависит от факторов ОС, чем рождаемость, она играет главную роль в регулировании численности популяции.

Существует *три типа кривых выживания*:

Первый тип (кривые 1) соответствует ситуации, когда большее число особей имеет одинаковую продолжительность жизни и умирает в течение очень короткого отрезка времени. Кривые характеризуются сильно выпуклой формой. Первый тип кривой выживания характерен для видов, на которых слабо действуют внешние факторы смертности (погода, хищники). Кривая выживания отличается слабым понижением до возраста естественной («физиологической») смерти с последующим резким падением, отражающим вымирание особей, достигших этого критического возраста. В природе кривые такого типа характеризуют относительно небольшое число видов; в частности, насекомых с коротким сроком жизни (например, поденки), а также дрозофил в лабораторных культурах, не подверженных выеданию хищниками. Такие кривые выживания свойственны некоторым крупным позвоночным, а также человеку; причём кривая выживания для мужчин по сравнению с аналогичной кривой для женщин менее выпуклая, поэтому страховой полис для мужчин в большинстве стран Запада в 1,5 раза дороже, чем для женщин. Для большинства

копытных животных кривые выживания также выпуклые, хотя в различной степени для разных видов.

Второй тип свойствен видам, коэффициент смертности которых остаётся постоянным на протяжении всей их жизни. Поэтому кривая выживания трансформируется в прямую линию. Такая форма кривой свойственна видам, развитие которых идёт без метаморфоза при достаточной степени самостоятельности и устойчивости рождающегося потомства (пресноводная гидра).

Третий тип – сильно вогнутые кривые, отражающие высокую смертность особей в раннем возрасте. Кривая выживания третьего типа демонстрирует резкое падение в области младших возрастов, которое сменяется постепенным понижением, отражающим низкую и относительно равномерную смертность животных, переживших критический возраст. Они характерны для некоторых птиц, для рыб, а также для многих беспозвоночных.

Раздел 2. Экосистемы.

Тема 2.1. Экосистемы. Развитие экосистем. Сукцессии. Биосфера как глобальная экосистема

Основной объект экологии – это *экологическая система*, или *экосистема*.

Экосистема – это совокупность совместно обитающих живых организмов и среды обитания, объединённых в единое функциональное целое *вещественными, энергетическими и информационными взаимодействиями*.

Термин *экосистема* был предложен английским учёным А.Тенсли в 1935 г. для обозначения основных природных единиц в биосфере. Тенсли подчёркивал, что неорганические и органические факторы выступают как равноправные компоненты, и мы не можем отделить организмы от окружающей их конкретной среды. Сообщества организмов связаны с неорганической средой теснейшими материально-энергетическими связями. Растения могут существовать только за счёт постоянного поступления в них углекислого газа, воды, кислорода, минеральных солей. Они являются **автотрофами** – это живые организмы, которые способны синтезировать сложные органические вещества из неорганических, используя для этого энергию солнечного света. **Гетеротрофы**, использующие для питания готовые органические вещества, живут за счёт автотрофов, но нуждаются в поступлении таких неорганических соединений, как кислород и вода. В любом конкретном местообитании запасов неорганических соединений, необходимых для поддержания жизнедеятельности населяющих его организмов, хватило бы ненадолго, если бы эти запасы не возобновлялись. Возврат биогенных элементов в среду (углерода, азота, фосфора и др.) происходит как в течение жизни организмов (например, в результате дыхания), так и после их смерти в результате разложения трупов и растительных остатков. Таким образом, сообщество образует с неорганической средой определённую систему, в которой поток атомов, вызываемый жизнедеятельностью организмов, имеет тенденцию замыкаться в круговорот.

Основные свойства экосистем – её способности:

1. осуществлять круговорот веществ в среде обитания,
2. противостоять внешним воздействиям,
3. производить биологическую продукцию.

Структура экосистемы:

1. **биоценоз** – взаимосвязанная совокупность организмов, населяющая более или менее однородный участок суши или водной среды:

- 1.1 продуценты
- 1.2 консументы
- 1.3 редуценты

2. **биотоп** – экологические условия среды обитания:

- 2.1 неорганические вещества (С, N, CO₂, H₂O и др.), включающиеся в круговороты;
- 2.2 органические соединения (белки, углеводы, липиды, гумусовые вещества и т.д.);
- 2.3 воздушная, водная и субстратная среда, включая климатический режим.

Для поддержания круговорота веществ в системе необходимо наличие:

1. запаса неорганических молекул в усвояемой форме,
2. трёх функционально различных экологических групп организмов – продуцентов, консументов и редуцентов.

Продуценты – автотрофные организмы, которые способны синтезировать органическое вещество из неорганических составляющих с использованием внешних источников энергии. (растения, водоросли)

Консументы – это гетеротрофные организмы, потребляющие органическое вещество продуцентов или других консументов и трансформирующие его в новые формы. (животные).

Редуценты - организмы-гетеротрофы, которые, используя в качестве пищи мёртвое органическое вещество (трупы, фекалии, растительный опад и пр.), в процессе метаболизма разлагают его до неорганических составляющих. Редуценты живут за счёт мёртвого органического вещества, переводя его вновь в неорганические соединения. (микроорганизмы, грибы).

В принципе круговорот атомов может поддерживаться в системе и без промежуточного звена – консументов за счёт деятельности двух других групп. Однако такие экосистемы встречаются скорее как исключения, например, на тех участках, где функционируют сообщества, сформированные только из микроорганизмов. Роль консументов выполняют в природе в основном животные, их деятельность по поддержанию и ускорению циклической миграции атомов в экосистемах сложна и многообразна.

Масштабы экосистем в природе чрезвычайно различны. По размерам экосистемы делят на следующие группы:

- микросистемы (муравейник, гниющий пень, небольшой водоём),
- мезоэкосистемы (лес, река, пруд, поле, болото),
- макроэкосистемы (море, океан, тундра, пустыня, континент),
- глобальная экосистема (биосфера).

Однако ни одна даже самая крупная экосистема не имеет полностью замкнутого круговорота. Материки интенсивно обмениваются веществом с океанами, причём большую роль в этих процессах играет атмосфера, и вся наша планета часть материи получает из космического пространства, а часть отдаёт в космос.

Пищевые цепи. Трофические уровни.

Поддержание жизнедеятельности организмов и круговорот вещества в экосистемах возможны только за счёт постоянного притока энергии. В конечном итоге вся жизнь на Земле существует за счёт энергии солнечного излучения, которая переводится растениями в процессе фотосинтеза в химические связи органических соединений. Гетеротрофы получают эту энергию с пищей. Все живые существа являются объектами питания других, т.е. связаны между собой энергетическими отношениями.

Пищевые (трофические) связи в сообществах – это механизмы передачи энергии от одного организма к другому.

Трофические связи в биоценозах очень сложные, но путь каждой конкретной порции энергии, накопленной зелёными растениями, короток. Она может передаваться не более чем через 4-6 звеньев ряда, состоящего из последовательно питающихся друг другом организмов. Такие ряды, в которых можно проследить пути расходования изначальной дозы энергии, называют **цепями питания**.

Цепь питания, или трофическая цепь – взаимоотношения организмов при переносе энергии пищи от источника (зелёных растений) через ряд организмов различных трофических уровней путём поедания одних организмов другими.

Место каждого звена в цепи питания называют **трофическим уровнем**.

Первый трофический уровень – это всегда продуценты, создатели органической массы (зелёные растения, водоросли).

Второй трофический уровень – растительноядные консументы (например, копытные, зайцеобразные, тли) (консументы первого порядка)

Третий трофический уровень – плотоядные, живущие за счёт растительноядных форм (консументы второго порядка)

Четвёртый трофический уровень – плотоядные консументы, потребляющие других плотоядных (консументы третьего порядка)

Энергетический баланс консументов складывается следующим образом:

$$P = П + Д + Н,$$

где P – рацион консумента, т.е. количество пищи, съеданной им за определённый период времени,

П – продукция, т.е. траты на рост,

Д – траты на дыхание, т.е. поддержание обмена веществ за тот же период,

Н – энергия неусвоенной пищи, выделенной в виде экскрементов.

Большая часть энергии, получаемой с пищей, используется на поддержание рабочих процессов в клетках. Эти энергетические затраты условно называют тратой на дыхание, так как общие их масштабы можно оценить, учитывая выделение CO₂ организмом.

Меньшая часть усвоенной пищи трансформируется в ткани самого организма, т.е. идёт на рост или откладывание запасных питательных веществ, увеличение массы тела.

Таким образом, основная часть потребляемой с пищей энергии идёт у животных на поддержание их жизнедеятельности (и в конечном счёте теряется, рассеивается в виде тепловой энергии) и лишь сравнительно небольшая – на построение тела, рост и размножение. Иными словами, большая часть энергии при переходе из одного звена пищевой цепи в другое теряется, так как к следующему потребителю может поступить лишь та энергия, которая заключена в массе поедаемого организма. По грубым подсчётам, эти потери составляют около 90% при каждом акте передачи энергии через трофическую цепь. Следовательно, если калорийность растительного организма 1000 Дж, при полном поедании его травоядным животным в теле последнего останется из этой порции всего 100 Дж, в теле хищника – лишь 10 Дж, а если этот хищник будет съеден другим, то на его долю придётся только 1 Дж, т.е. 0,1%.

Отсюда вытекает **закон пирамиды энергии, правило десяти процентов: С одного трофического уровня экологической пирамиды на другой должно переходить в среднем 10% энергии.**

Этот закон, в частности, позволяет делать расчёты необходимой земельной площади для обеспечения населения продовольствием.

Таким образом, запас энергии, накопленный зелёными растениями, в цепях питания стремительно иссякает. Поэтому пищевая цепь обычно включает всего 4-5 звеньев. Потерянная в цепях питания энергия может быть восполнена только поступлением новых её порций. Поэтому в экосистемах не может быть круговорота энергии, аналогичного круговороту веществ. Экосистема функционирует только за счёт поступления извне потока энергии в виде солнечного излучения или готовых запасов органического вещества.

Трофические цепи, которые начинаются с фотосинтезирующих организмов, называют **цепями выедания** (или **пастбищными**, или **цепями потребления**).

Трофические цепи, которые начинаются с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных, - это **детритные цепи разложения**. Таким образом, поток энергии, входящий в экосистему, разбивается далее как бы на два основных русла, поступая к консументам через живые ткани растений или запасы мёртвого органического вещества, источником которого также является фотосинтез.

В разных типах экосистем мощность потоков энергии через цепи выедания и разложения различна. В водных сообществах большая часть энергии, фиксированной одноклеточными водорослями, поступает к животным, питающимся этим фитопланктоном, и далее к хищникам, и значительно меньшая часть энергии включается в цепи разложения. В большинстве экосистем суши противоположное соотношение: в лесах, например, более 90% ежегодного прироста растительной массы поступает через опад (опавшие листья и т.п.) в детритные цепи разложения.

Вместе с полезными веществами в организм поступают и вредные. Наблюдения показывают, что *если полезное вещество при его изменении легко выводится из организма, то вредное не только плохо выводится, но и накапливается в пищевой цепи (биоаккумуляция)*. Таков закон природы, называемый **правилом накопления токсических веществ в пищевой цепи**. В среднем концентрация вредного вещества в каждом последующем уровне экологической пирамиды оказывается примерно на порядок (в 10 раз) выше, чем в предыдущем.

Продуктивность экосистем

Первичная и вторичная продукции.

Скорость, с которой продуценты экосистемы фиксируют солнечную энергию в химических связях синтезируемого органического вещества, определяет продуктивность сообществ.

|| **Первичной продукцией сообщества называют органическую массу, создаваемую растениями за единицу времени.**

Часть этой продукции (от 40 до 70 %) идёт на поддержание жизнедеятельности самих растений (траты на дыхание). Оставшаяся часть созданной органической массы характеризует *чистую первичную продукцию*, которая представляет собой величину прироста растений. Чистая первичная продукция – это энергетический резерв для консументов и редуцентов. Перерабатываясь в цепях питания, она идёт на пополнение массы гетеротрофных организмов.

|| **Прирост за единицу времени массы консументов – это вторичная продукция сообщества.**

Правила пирамид.

Всем без исключения экосистемам свойственны определённые количественные соотношения первичной и вторичной продукции, получившие название

правило пирамиды продукции:

на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы, создаваемой за единицу времени, больше, чем на последующем.

Скорость создания органического вещества не определяет его суммарные запасы, т.е. общую биомассу всех организмов каждого трофического уровня. Наличная биомасса продуцентов или консументов в конкретных экосистемах зависит от того, насколько сильно выедание образовавшихся запасов.

В большинстве наземных экосистем действует также

правило пирамиды биомасс:

суммарная масса растений оказывается больше, чем биомасса всех фитофагов и травоядных, а масса тех, в свою очередь, превышает массу всех хищников.

В наземных экосистемах отношение годового прироста растительности к биомассе сравнительно невелико:

в лесах годовая продукция составляет лишь 2-6 % от общей массы растений, накопленной в телах долгоживущих крупных деревьев,

годовая продукция в степях, где господствуют травянистые формы, гораздо выше – 41-55 % от общей биомассы (максимум 76 %).

Отношение первичной продукции к биомассе растений определяет масштабы выедания растительной массы, которые возможны в сообществе без подрыва его продуктивности. Копытные, грызуны, насекомые в степях используют до 70 % годового прироста растений, тогда как в лесах в среднем не более 10 %.

Графически это правило часто выражают в виде пирамид, суживающихся кверху и образованных поставленными друг на друга прямоугольниками равной высоты, длина которых определяет количество биомассы на соответствующих трофических уровнях.

В океанах основными продуцентами являются одноклеточные водоросли с высокими темпами размножения (фитопланктон). Их годовая продукция в десятки и даже сотни раз может превышать запас биомассы. Но вся чистая первичная продукция так быстро вовлекается в цепи питания, что накопление биомассы водорослей очень мало. Поэтому для

океана правило пирамиды биомасс недействительно, она имеет перевёрнутый вид. Тенденция к накоплению биомассы преобладает на высших трофических уровнях, так как длительность жизни крупных хищников велика, и в их телах задерживается значительная часть вещества, поступающего по цепям питания.

Агроэкосистемы

Агроэкосистемы (сельскохозяйственные экосистемы), создаваемые человеком для получения высоко чистой продукции автотрофов (урожая), отличаются от природных рядом особенностей:

1. В них резко снижено разнообразие организмов. На полях обычно культивируют один или несколько видов растений, в связи с чем резко обедняется и животное население, и состав микроорганизмов в биоценозе. На культурных пастбищах с подсевом трав также сильно упрощается видовая структура. Видовое разнообразие разводимых человеком животных ничтожно мало по сравнению с природным.
2. Виды, культивируемые человеком, поддерживаются искусственным отбором в состоянии, далёком от первоначального, и не могут выдерживать борьбу за существование с дикими видами без поддержки человека.
3. Агроэкосистемы получают дополнительный поток энергии, кроме солнечной, благодаря деятельности людей, животных и механизмов, обеспечивающих необходимые условия роста культивируемых видов. Чистая первичная продукция (урожай) удаляется из экосистемы и не поступает в цепи питания. Частичное использование её вредителями представляет нежелательное явление и всячески пресекается деятельностью человека.

В настоящее время пахотными землями и пастбищами занято свыше 30 % суши, и деятельность людей по поддержанию этих систем превращается в глобальный экологический фактор.

Несмотря на значительную упрощённость агроэкосистем, в них всё же сохраняется множество связей, в конечном счёте влияющих на судьбу урожая. Сопоставление сведений о флоре и фауне пшеничных полей показывает гигантскую сложность даже предельно простого агроценоза, здесь сохраняется более тысячи видов.

Условия, которым в идеале должны соответствовать поля сельскохозяйственных культур, - быть высокопродуктивными и вместе с тем стабильными – с экологической точки зрения несовместимы. В природных экосистемах первичная продукция растений потребляется в многочисленных цепях питания и вновь возвращается в виде минеральных солей и углекислого газа в систему биологического круговорота. Ограждая урожай от его природных потребителей, собирая его и заменяя естественный опад органическими и минеральными удобрениями, мы обрываем множество цепей питания и нарушаем стабильность сообщества. По существу, все усилия по созданию высокого урожая отдельных культур есть борьба против природы, и эта борьба требует больших затрат труда и материальных средств, т.к. такие сообщества неустойчивы, не способны к самовозобновлению и саморегулированию, подвержены угрозе гибели от массового размножения вредителей или болезней.

Искусственная регуляция численности вредителей – по большей части необходимое условие поддержания агроэкосистем. Подавление численности вредителей химическими средствами (ядохимикатами, гербицидами), кроме загрязнения среды и включения ядов в цепи питания, часто вызывает так называемый бумеранг-эффект: вслед за подавлением численности вредителя вскоре возникает новая, ещё более мощная его вспышка. Обычно применение ядохимикатов тотального действия сильнее влияет на естественных врагов вредителя, чем на его собственные популяции. В результате следующие поколения вредителей полностью освобождаются из-под пресса паразитов и хищников и происходит их массовое размножение. Таким образом, незнание экологических основ регуляции численности популяций приводит к экономическим потерям. В трёхзвенной цепи культурное растение – вредитель – паразит повышение чистой продукции растений может быть достигнуто как подавлением второго звена, так и усилением третьего. Именно этот подход используется в разработке биологических методов борьбы с вредителями.

В связи с общим развитием экологических знаний на смену представлениям о предельной упрощённости агроценозов приходит понимание их сложной системной организации, где

человек существенно влияет лишь на отдельные звенья, а вся система продолжает развиваться по естественным, природным законам.

Развитие экосистем. Сукцессии

Развитие биоценозов, при котором имеет место замещение во времени одного сообщества другим, называют экологической сукцессией.

В большинстве случаев процессы сукцессии занимают временные промежутки, измеряемые годами и десятилетиями.

Экологические сукцессии – это последовательная смена экосистем при постепенном направленном изменении условий среды, например, при нарастании (или убывании) влажности или богатства почвы, при изменении климата и т.д. Параллельно (или с некоторым отставанием) с изменениями условий среды изменяется состав живых организмов и продуктивность экосистемы, постепенно роль одних видов убывает, а других – увеличивается, разные виды выбывают из состава экосистемы или, наоборот, пополняют его. Сукцессии могут вызываться внутренними и внешними факторами. Под влиянием внутренних факторов сообщество меняется от менее продуктивного к более продуктивному. Так, замшелые скалы зарастают травами, кустарниками и деревьями, водоёмы – высоким тростником, осоками, а затем и лесом. Если из-за появления новых внешних факторов (загрязнение, засоление почв) экосистема перестаёт соответствовать условиям среды, то в ней начинают происходить изменения до тех пор, пока она не придёт в устойчивое равновесие с условиями среды.

Экологическая сукцессия – это последовательная смена биоценозов, преемственно возникающих на одной и той же территории под воздействием природных или антропогенных факторов.

Сукцессия – это развитие экосистем во времени.

Последовательные сообщества, сменяющие друг друга на данном пространстве, называются ***сукцессионными сериями***.

Цепь стадий (серий) называется ***сукцессионным рядом***.

Сукцессия завершается формированием сообщества, наиболее адаптированного к условиям среды. Такое сообщество называется климакс (от греч. *klímax* – лестница, зрелая ступень).

Климакс – это состояние стабилизированной экосистемы, характеризующееся устойчивым динамическим равновесием между биоценозом и климатическими и географическими условиями среды.

Экологическое равновесие – это состояние экосистемы, при котором состав и продуктивность биотической части (растений, животных, грибов, бактерий, водорослей) в каждый конкретный момент времени наиболее полно соответствует абиотическим условиям – почве и климату.

Экологическое равновесие в экосистемах поддерживается сложными механизмами взаимоотношений между живыми организмами и условиями среды, между особями одного вида и особями разных видов друг с другом.

Климаксные сообщества характеризуются устойчивым динамическим равновесием между биотическими потенциалами входящих в сообщество популяций и сопротивлением среды.

Главная особенность экологического равновесия экосистемы – его подвижность. На климаксных стадиях сукцессии продолжают динамические процессы, обусловливаемые изменениями среды обитания, сменой поколений организмов. Существуют обратимые циклические изменения в экосистеме (флуктуационного типа) – это изменения экосистемы в течение года от весны до весны при колебаниях климата в разные годы и изменении роли некоторых видов в связи с ритмами их жизненного цикла (вспышки численности непарного шелкопряда в лесу или мышевидных грызунов в степи). Однако все эти колебания, как правило, более или менее регулярны и не выходят за границы устойчивости экосистемы – её обычного размера, видового состава, биомассы, продуктивности, которые соответствуют географическим и климатическим условиям местности.

Стабильность экосистемы (т.е. способность экосистем сохранять свою структуру и функциональные свойства при воздействии внешних факторов), как правило, тем больше, чем больше она по размеру и чем богаче и разнообразнее её видовой и популяционный состав.

Наиболее существенный вклад в разработку концепции сукцессий сделал американский ботаник Ф.Клементс. Современная концепция экологических сукцессий расходится с представлениями Ф.Клементса лишь по некоторым относительно второстепенным пунктам.

1. Согласно Ф.Клементсу, в одной биоклиматической зоне возможен лишь один вариант климаксового сообщества, независимо от того, как начиналась сукцессия. Современные исследования показали, что многообразие влияний на ход сукцессии приводит к тому, что устойчивыми в данных географических условиях могут быть несколько типов биоценозов (гипотеза «поликлимакса») или даже мозаика таких сообществ.

2. Ф.Клементс полагал, что все сукцессионные смены сообществ могут быть только прогрессивными. В настоящее время признано, что в определённых условиях сукцессия может быть регрессивной, направленной на обеднение и упрощение сообществ. Особенно часто сукцессии такого рода возникают в результате антропогенных воздействий на биоценоз, нарушающих оптимальность условий существования тех или иных видов.

3. Не выдержало испытания временем и утверждение Клементса об исключительном значении климата как движущей силы сукцессий. Первопричиной смены фитоценозов он считал изменение отдельных климатических факторов, а реакция экосистем в виде смены последовательного ряда сообществ представляет адаптивный ответ на экосистемном уровне. Однако смены сообществ могут происходить и под влиянием других факторов – таких, как изменения рельефа, почвы, гидрологического режима и т.п. Важнейшее значение в современной экологии придаётся биоценотическим факторам сукцессии: виды растений (а также и животных) изменяют условия обитания для других видов, таким образом «подготавливая почву» для последующего этапа сукцессии.

В соответствии с этим в современной экологии различают *сукцессии аллогенные и автогенные*.

Аллогенная сукцессия – это сукцессия, вызванная внешними, абиотическими причинами, например, шторм, пожар, воздействие человека – мелиоративное осушение болот, загрязнение водоёмов (переход от эвтрофного озера к болоту), неумеренный выпас скота, рекреационная нагрузка на леса и т.п.

Автогенная сукцессия – это сукцессия, определяемая в основном внутренними взаимодействиями, т.е. изменением структуры и системы связей в существующих сообществах.

Автогенные сукцессии – это сукцессии, происходящие в результате изменения условий среды самими сообществами.

Впрочем, эти две категории сукцессий взаимосвязаны и могут переходить одна в другую.

Первичные и вторичные сукцессии

По общему характеру сукцессии подразделяются на *первичные и вторичные*.

Первичная сукцессия – это сукцессия, начинающаяся на участке, прежде не заселённом, т.е. на субстрате, не изменённом деятельностью живых организмов.

Первичная сукцессия – это постепенное заселение организмами появившейся девственной суши, оголённой материнской породы (отступившие море или ледник, высохшее озеро, песчаные дюны, голые скалы и застывшая лава после вулканического извержения). (Это автогенные сукцессии.) В этих случаях решающую роль играет процесс почвообразования.

Например, *первичная сукцессия на скалах* начинается с поселения накипных лишайников на камнях. Уже на этой стадии формируется комплекс видов микроскопических водорослей, простейших, нематод, некоторых насекомых и клещей, который способствует созданию первичной почвы. Под действием выделений лишайников каменистый субстрат постепенно превращается в подобие почвы, где поселяются затем кустистые лишайники, зелёные мхи, а позднее – травы, кустарники и деревья-пионеры (берёза, осина, ива). С

появлением растительности появляются мелкие животные, что значительно ускоряет образование почвы и постепенное заселение территории сериями всё более сложных растительных сообществ, всё более крупными растениями и животными. Так система постепенно проходит все стадии развития до климаксного, т.е. стабилизированного состояния.

Сходным образом идёт смена сообществ *на ледниковых отложениях* в виде очень тонкой почвы. Наблюдения на Аляске показали, что формирование фитоценоза начинается с мхов и осок; вслед за ними в сообщество включаются стелющиеся, а затем и кустарниковые формы ив. Позднее (примерно через 20-25 лет) возникают ольшатники; вслед за ними появляется ель, которая и составляет основу завершающего сообщества в виде смешанного леса, формирующегося примерно через 100 лет после начала сукцессии.

Другой пример сукцессии – это процесс изменения растительности *на песчаных дюнах*. Вначале здесь поселяются многолетние растения, способные переносить засушливые условия. Они укрепляют поверхность дюны и вносят в песок органические вещества. Вслед за многолетниками появляются однолетники. Их рост и развитие способствуют обогащению субстрата органическим материалом, так что постепенно создаются условия, подходящие для произрастания таких растений, как ива, толокнянка, чабрец. Эти травы предшествуют появлению проростков сосны, которые закрепляются здесь и спустя много лет образуют сосновые леса на песчаных дюнах.

Одно из классических исследований экологической сукцессии проводилось на берегах оз. Мичиган. По мере того, как площадь озера сокращалась, происходило образование песчаных дюн всё более молодого возраста; поэтому, удаляясь постепенно от озера, можно наблюдать последовательные стадии сукцессии. Самые молодые дюны, находящиеся ближе всего к озеру, покрыты травой, и их фауна состоит из одних насекомых; следующие по возрасту дюны покрыты кустарником; далее – хвойными растениями, и, наконец, - берёзово-кленовый фитоценоз с толстым слоем почвы, уже созданным растениями и животными, и густо населённым дождевыми червями и улитками.

К специфическим особенностям сукцессии относится то, что для каждой сукцессионной серии присущ тот набор видов, которые характерны для данного региона и которые наиболее приспособлены к данной стадии развития экосистемы. Различными могут быть и климаксные сообщества.

К общим закономерностям относится следующее: в ходе первичной сукцессии происходит заселение субстрата живыми организмами, увеличение их видового разнообразия, постепенное обогащение почв органическим веществом, возрастание их плодородия, усиление связей между различными видами или трофическими группами организмов, уменьшение числа свободных экологических ниш, постепенное формирование всё более сложных биоценозов и экосистем, повышение их продуктивности. Более мелкие виды организмов, особенно растительных, при этом, как правило, сменяются более крупными, интенсифицируются процессы круговорота веществ.

Вторичные сукцессии имеют восстановительный характер и возникают на месте нарушенных или разрушенных экосистем.

Например, восстановление климаксового лесного биоценоза после пожара или вырубки, или зарастание площадей, находившихся под сельскохозяйственными угодьями.

Основное отличие этих сукцессий заключается в том, что они протекают несравненно быстрее первичных, т.к. начинаются с промежуточных стадий (трав, кустарников) и на фоне более богатых почв.

В таёжной зоне Евразии появление открытого пространства на месте еловых лесов в результате пожара или сплошной рубки коренным образом меняет режим освещения, температуры, влажности и др. факторов. Изменения эти неблагоприятны для хвойных деревьев и таёжных видов животных, их развитие угнетается. Зато на освещённых, относительно сухих и хорошо прогреваемых местах формируется временное сообщество из светолюбивых трав (вейник, Иван-чай и др.). Позднее поселяются кустарники.

Одновременно формируется связанный с лугово-кустарниковой растительностью комплекс животного населения: многочисленные насекомые, грызуны, рептилии, птицы, гнездящиеся на земле. Эта стадия занимает в среднем 2-3 года.

Затем начинается интенсивное развитие светолюбивых мелколиственных древесных пород (осины, берёзы). Постепенно подросшие деревья вытесняют кустарники и наиболее светолюбивые виды трав; кустарниково-луговое сообщество сменяется лиственным молодым лесом с несомкнутым кронами (жердняк). Это влечёт за собой и изменение животного населения: оно обедняется за счёт эмиграции видов, ранее связанных с кустарниками и богатым разнотравьем.

После смыкания крон и перехода сообщества в фазу лиственного леса (через 10-15 лет после начала сукцессии) биоценоз вновь усложняется. Появляются, в частности, птицы, гнездящиеся на деревьях, мелкие млекопитающие – землеройка, крот, ёж.

Под древесным пологом, в условиях затенения и повышенной влажности, начинается интенсивное прорастание семян ели. Постепенно хвойный молодняк окончательно заглушает луговую травянистую растительность; её сменяют мхи и лесное разнотравье. В смешанном елово-берёзовом лесу появляются зайцы, лесные полёвки, мыши, белки. Растущие ели, смыкание еловых крон угнетает берёзы и осины, которые постепенно выпадают из древостоя. В конце концов, восстанавливается исходный тип лесного сообщества – хвойный лес. Соответственно изменяется и фауна.

Весь процесс от вырубки (пожара) до формирования устойчивого таёжного биоценоза занимает в среднем 90 – 150 лет.

1-3 года – травы и кустарники

10 – 15 лет - лиственный лес

20 – 25 лет - лиственный лес с подростом ели

30 – 50 лет - смешанный лес

90 – 150 лет - хвойный лес

Таким образом, происходит сукцессия, при которой вначале берёзовый, затем смешанный елово-берёзовый лес сменяется чистым ельником.

Впрочем, сукцессия описанного типа не всегда доходит до восстановления исходного биоценоза. Под действием ряда конкретных факторов она может остановиться на одной из промежуточных стадий. Например, пастьба скота на вырубках и пожарищах может «повернуть» сукцессию в сторону формирования суходольного луга. Избыточное увлажнение может привести к заболачиванию вырубки, что препятствует восстановлению древесной растительности. В определённых условиях процесс может остановиться на стадии берёзово-осинового леса.

Вторичная сукцессия возможна только в тех случаях, если человек не будет оказывать сильное и постоянное влияние на развивающиеся экосистемы. Антропогенные воздействия могут привести к **дигрессиям** (лат. дигрессион – отклонение) – упрощению экосистем. Различают пастбищные, рекреационные и др. дигрессии. Дигрессии завершаются стадиями **катоценоза** (греч. ката – вниз), которые нередко заканчиваются полным распадом экосистем и опустыниванием территорий.

К вторичным сукцессиям относятся и такие, при которых исходной силой, вызывающей смену сообществ, оказываются нарушения стабильных взаимодействий в биоценозе. Таковы, в частности, **зоогенные сукцессии**, выражающиеся в изменении фитоценоза при чрезмерном выпасе скота. Усиление нагрузки ведёт в первую очередь к уплотнению почвы, что увеличивает её капиллярность. В результате формируются восходящие потоки влаги, которая испаряется с поверхности почвы. Проходя через глубокие слои с повышенным засолением, эти потоки влаги способствуют поднятию солевых горизонтов. Это обстоятельство, а также чрезмерное выедание дерновин и их вытаптывание приводят к смене злаков полынями, солянками и др.; идёт процесс «опустынивания» степи.

Процесс перестройки и ксерофизации фитоценоза в результате перевыпаса сопровождается расселением и ростом численности сухолюбивых видов животных – насекомых, птиц, млекопитающих (суслики, тушканчики, степные виды полёвок и др.). На пастбищах увеличивается число копрофагов, специфических паразитов домашнего скота, а также концентрируются крупные хищники и падальщики.

Тенденции изменения основных характеристик экосистемы в процессе сукцессии

Группа признаков	Тенденции изменения
Энергетика	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возрастает продукция органического вещества, продуктивность (П). 2. Возрастает биомасса организмов (Б). 3. Увеличиваются затраты на дыхание (Д). 4. Отношение П/Д приближается к 1 (П/Д = 1 в климаксе). 5. Отношение Б/П возрастает.
Круговорот веществ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Круговорот биогенных элементов становится всё более замкнутым. 2. Увеличивается время оборота питательных веществ. 3. Увеличивается запас важных биогенных элементов.
Структура сообщества	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изменяется видовой состав. 2. Возрастает видовое разнообразие. 3. Увеличиваются размеры организмов. 4. Усложняются и удлиняются жизненные циклы. 5. Увеличиваются взаимосвязи между организмами. 6. Усложняются цепи и сети питания. 7. Развивается взаимовыгодный симбиоз.
Стабильность	Возрастает резистентная устойчивость (устойчивость к воздействию различных факторов).

Таким образом, общая стратегия развития экосистем состоит в возрастании эффективности использования энергии и биогенных элементов, достижении максимального разнообразия видов и усложнении структуры системы.

Биосфера как глобальная экосистема

Начало учения о биосфере обычно связывают с именем французского натуралиста Ж. Ламарка. Определение биосферы как особой оболочки Земли и само её название было предложено австрийским геологом Э. Зюссом в 1875 году. Учение о биосфере создал русский учёный В.И.Вернадский.

Согласно современным представлениям,

Биосфера – это своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с данными организмами.

Биосфера охватывает нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхние горизонты литосферы.

Атмосфера – газовая оболочка Земли, связанная с ней силой тяжести и принимающая участие в её суточном и годовом вращении. Это наиболее лёгкая оболочка нашей планеты, граничащая с космическим пространством. Она насквозь пронизывается мощной радиацией Солнца, которое определяет тепловой режим поверхности планеты, вызывает диссоциацию молекул атмосферных газов и ионизацию атомов.

Атмосфера содержит по массе: азота – 75,5 %, кислорода – 23,2 %, аргона – 1,3 %, углекислого газа – 0,05 % и т.д. Несмотря на ничтожное количество диоксида углерода, небольшое его увеличение приводит к парниковому эффекту – опасному повышению температуры Земли. Ближе к поверхности Земли (20-30 км) содержатся пары воды.

Одним из важнейших компонентов атмосферы является озон O₃. Для его образования необходимы свободные атомы кислорода, которые возникают при разложении молекул кислорода под воздействием квантов УФ излучения Солнца. Озон образуется при столкновении



В то же время озон поглощает ультрафиолетовую радиацию, разлагаясь на молекулярный и атомный кислород. Таким образом, образование и разложение озона связаны с поглощением ультрафиолетовой радиации Солнца, которая губительна для живых организмов. Основная

масса озона располагается на высоте 20 – 25 км. Озоновый слой имеет исключительное значение для сохранения жизни на Земле.

Атмосфера делится на слои, различающиеся температурой, степенью ионизации молекул, давлением и др. параметрами: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера. Плотность воздуха постепенно убывает, и атмосфера без резких границ переходит в межпланетное пространство. Жизнь охватывает только нижнюю часть атмосферы – тропосферу.

Гидросфера – прерывистая водная оболочка Земли, занимает 71% площади планеты. Она находится в виде паров и облаков в земной атмосфере, формирует океаны и моря, существует в замороженном состоянии в виде мощных ледников, покрывающих полярные участки суши, образует подземные воды. Мировой океан – это 94 % массы природных вод, подземные воды – 4 %, ледники – 1,7 %, речные воды – 10^{-4} %, озёра – 0,02 %. Гидросфера является средой обитания гидробионтов, встречающихся от плёнки поверхностного натяжения воды до максимальных глубин мирового океана (10-11 км), и практически полностью входит в состав биосферы.

Литосфера – верхняя твёрдая оболочка Земли, часть которой входит в состав биосферы. Наиболее распространённым элементом земной коры является кислород, который определяет едва ли не половину (47,3 %) массы земной коры и 92 % её объёма. Наиболее распространённые компоненты земной коры: оксиды кремния, алюминия, кальция, магния, железа, натрия, калия и вода. Преобразование литосферы живым веществом началось около 450 млн. лет назад и привело к появлению почвы, населённой живыми организмами (до 8-10 м от поверхности). Фактором, ограничивающим распространение жизни вглубь, является в основном высокая температура.

Верхняя граница биосферы обуславливается лучистой энергией, убивающей всё живое, т.е. естественной верхней границей является озоновый экран, расположенный на расстоянии около 16 км от поверхности Земли на полюсах и до 25 км над экватором. Но только немногие птицы поднимаются до высочайших горных вершин, т.е. до 7-8 км. Нет ни одного организма, который всегда бы жил в воздушной среде. Верхняя граница жизни в горах растений – 6200 м из-за нехватки углекислого газа для фотосинтеза.

Нижняя граница жизни в литосфере теоретически определяется высокой температурой. Температура 100°C представляет непреодолимую преграду. Живые организмы в трещинах и нефтеносных скважинах могут встречаться на глубине до 3 км от земной поверхности. В морях предельная для жизни температура встречается на глубине около 10 км. Таким образом, толщина биосферы не более 20 км, но основная масса живого вещества сконцентрирована в приповерхностном слое толщиной 50-100 м – это высота лесного полога и глубина проникновения основной массы корней. В этих же границах сконцентрированы наземные и почвенные животные и микроорганизмы. В океане наиболее обжиты растениями и животными освещаемые солнцем и прогреваемые до глубины 10-20 м приповерхностные толщи воды. В этом тонком слое биосферы сконцентрировано более 90% биомассы растений и животных. Биосфера является самой большой, глобальной экосистемой.

Согласно В.И.Вернадскому, вещество биосферы состоит из:

- **Живого вещества** – биомассы современных живых организмов.
- **Биогенного вещества** – вещества, преобразованного деятельностью живых организмов - все формы детрита (мёртвое органическое вещество, продукты выделения и распада организмов), а также торф, уголь, нефть и газ биогенного происхождения.
- **Биокосного вещества** – смесей биогенных веществ с минеральными породами (почва, илы, природные воды, газо- и нефтеносные сланцы, часть осадочных карбонатов).
- **Косного вещества** – горных пород, минералов, осадков, не затронутых прямым биогеохимическим воздействием организмов.

Количества живого, биогенного и биокосного вещества в биосфере соотносятся как 1:20:4000.

Согласно современным воззрениям, в понятие биосферы следует включать только живое вещество (совокупность живых организмов) и современное биогенное вещество (вещества, потребляемые, преобразуемые или производимые живыми организмами).

Живое вещество

Живое вещество биосферы занимает ничтожное пространство в объёме всего земного шара. Широкое распространение этого термина связано главным образом с работами В.И.Вернадского. Он ясно показал, что всё количество живых организмов Земли образуют единое целое – живое вещество планеты.

Свойства живого вещества:

1. способность быстро занимать всё свободное пространство. В.И.Вернадский назвал это свойство «всюдностью жизни».
2. движение не только пассивное (под действием силы тяжести, например), но и активное.
3. устойчивость (физическая и химическая) при жизни и быстрое разложение после смерти.
4. адаптация к изменяющимся условиям жизни.
5. феноменально высокая скорость протекания химических реакций – в тысячи раз быстрее, чем в неживом веществе.
6. высокая скорость обновления (скорость обновления в среднем для биосферы – 8 лет, для суши – 14 лет, для океана (планктон) – 33 дня).
7. отличительной особенностью живого вещества является то, что слагающие его индивидуальные химические соединения (белки, ферменты и т.д.) устойчивы только в живых организмах (в значительной мере это характерно и для минеральных соединений, входящих в состав живого вещества).

Биогеохимические функции живого вещества

Благодаря способности трансформировать солнечную энергию в энергию химических связей растения и другие организмы выполняют ряд фундаментальных биогеохимических функций планетарного масштаба.

Первая функция – газовая. Живые вещества постоянно обмениваются кислородом и углекислым газом с окружающей средой в процессах фотосинтеза и дыхания растений и животных. Растения сыграли решающую роль в смене восстановительной среды на окислительную в геохимической эволюции планеты и в формировании состава современной атмосферы. Они строго контролируют концентрации кислорода и углекислого газа, оптимальные для всей современной биоты (биота – любая пространственная совокупность всех живых организмов).

Подземные горючие газы порождены жизнью, они являются продуктами разложения органических веществ растительного происхождения. Наиболее распространённым является болотный газ – метан.

Вторая функция – концентрационная. Организмы накапливают (концентрируют) в своих телах многие химические элементы. На первом месте стоит углерод. В угле содержание углерода по степени концентрации в тысячи раз больше, чем в среднем для земной коры. Нефть – концентратор углерода и водорода, поскольку они имеют *биогенное* происхождение (т.е. образовались в результате жизнедеятельности или из останков живых организмов). Целые горные хребты сложены останками животных с известковыми составляющими, где важное место занимает кальций. Фосфор накапливается в костях позвоночных животных. У значительной части железных руд имеется биогенное происхождение. Они формируются под действием железобактерий.

Третья функция – окислительно-восстановительная. Многие вещества в природе крайне устойчивы и не подвергаются окислению при обычных условиях, например, молекулярный азот (один из важнейших биогенных элементов). Но живые клетки располагают настолько эффективными катализаторами – ферментами, что способны осуществлять многие окислительно-восстановительные реакции в миллионы раз быстрее, чем это может происходить в неживой природе.

В процессе жизнедеятельности и после своей гибели организмы (в первую очередь особые бактерии), обитающие в разных водоёмах, регулируют кислородный режим и тем самым

создают условия, благоприятные для растворения или осаждения ряда металлов с переменной валентностью (железо, марганец и др.)

Четвёртая функция – биохимическая. Она связана с ростом, размножением и перемещением живых организмов в пространстве, с их распространением в разные географические области.

Пятая функция – энергетическая. Роль зелёных растений заключается в том, что они потребляют энергию Солнца в процессе фотосинтеза и накапливают её в виде энергии химических связей синтезируемых органических веществ.

По современным оценкам, общее количество массы живого вещества равно 2420 млрд. т, что меньше одной миллиардной массы Земли. Если массу живого вещества распределить по всей поверхности планеты, то получится слой всего в 1,5 см. Живое вещество биосферы на 98,6 % представлено биомассой наземных растений.

Распределение жизни в биосфере

На поверхности Земли в настоящее время полностью лишены живых существ лишь области обширных оледенений и кратеры действующих вулканов. В.И.Вернадский указывал на «всюдность» жизни в биосфере.

Крайние пределы температур, которые выносят некоторые формы жизни, - от практически абсолютного нуля до +180°C. Давление, при котором существует жизнь, - от долей атмосферы на большой высоте до тысячи и более атмосфер на больших глубинах. Для ряда бактерий верхние критические точки давления лежат в области 12 тыс. атм. С другой стороны, семена и споры растений, мелкие животные в анабиозе сохраняют жизнеспособность в полном вакууме.

Живые организмы могут существовать в широком диапазоне химических условий среды. Первые живые существа Земли жили в бескислородной атмосфере. Уксусные нематоды обитают в чанах с бродящим уксусом. Ряд микроорганизмов живёт в концентрированных растворах солей, в том числе медного купороса, фторида натрия, в насыщенном растворе поваренной соли. Серные бактерии выживают в концентрированных растворах серной кислоты.

Некоторые особо устойчивые формы могут существовать даже при действии ионизирующей радиации. Например, ряд инфузорий выдерживает излучение, по дозе в 3 млн. раз превышающее естественный радиоактивный фон на поверхности Земли, а некоторые бактерии обнаружены даже в котлах ядерных реакторов.

Выносливость жизни в целом к отдельным факторам среды шире диапазонов тех условий, которые существуют в современной биосфере. Жизнь, таким образом, обладает значительным «запасом прочности», устойчивости к воздействию среды и потенциальной способностью к ещё большему распространению.

Наряду с этим распределение жизни в биосфере отличается крайней неравномерностью. Она слабо развита в пустынях, тундрах, глубинах океана, высоко в горах, тогда как в других участках биосферы чрезвычайно обильна и разнообразна. Наиболее высока концентрация живого вещества на границах раздела основных сред – в почве, т.е. пограничном слое между литосферой и атмосферой, в поверхностных слоях океана, на дне водоёмов и особенно там, где все три среды – почва, вода и воздух – близко соседствуют друг с другом. Места наибольшей концентрации организмов в биосфере В.И.Вернадский назвал «плёнками жизни».

На суше можно выделить две **плёнки жизни**:

- наземная пленка жизни;
- почвенная пленка жизни.

В океане выделяют две **жизненные плёнки** (планктонную и донную). В донной плёнке жизни живет 157 тыс. из 160 тыс. видов морских животных. Концентрация живого вещества в донной плёнке шельфа может быть весьма значительной. Но все же в наиболее глубоководных участках океана биомасса составляет менее 1 г на 1м² дна.

Если образование планктонной плёнки жизни обусловлено прежде всего проникновением солнечного света в верхние слои океана, то скопление жизни в донной плёнке определяется потоками отмерших организмов. Поэтому между распределением

биомасс планктонной и донной пленок жизни существует тесная корреляционная зависимость: участкам с высокой биомассой планктона соответствуют участки с повышенным содержанием живого вещества на дне.

Геохимическая работа живого вещества

Весь лик Земли – все её ландшафты, атмосфера, химический состав вод – всё это обязано своим происхождением прежде всего жизни. Именно жизнь, или, как говорил В.И.Вернадский, *живое вещество*, используя энергию, приходящую на Землю из космоса (прежде всего от Солнца), преобразует мёртвое (*косное*, по терминологии Вернадского) вещество. В.И.Вернадский подчёркивал, что *живое вещество – самая активная форма материи во Вселенной*, оно за время своего существования полностью преобразовало верхние оболочки Земли. Около 99% всего вещества в верхних слоях литосферы трансформировано (видоизменено) живыми организмами. Большая часть поверхности земного шара покрыта вторичными осадочными породами, которые являются результатами жизнедеятельности живых организмов. По мнению В.И.Вернадского, в природе нет более мощной геологической силы, чем живые организмы и продукты их жизнедеятельности.

В биосфере в результате жизнедеятельности микроорганизмов в больших масштабах осуществляются такие химические процессы, как окисление и восстановление элементов с переменной валентностью (азот, сера, железо, марганец и др.). Геологические результаты деятельности этих микроорганизмов проявляются в образовании осадочных месторождений серы, залежей сульфидов металлов, в возникновении железных и железомарганцевых руд.

За счёт жизнедеятельности огромного числа гетеротрофов, в основном грибов, животных и микроорганизмов, происходит гигантская в масштабах всей Земли работа по разложению органических остатков. Разложение органических соединений в конечном счёте до углекислого газа, аммиака и воды, а в анаэробных (бескислородных) условиях – до водорода и углеводов представляет процесс минерализации. Продукты минерализации вновь используются автотрофами (растениями). Природные воды, обогащенные этими продуктами минерализации, становятся химически высокоактивными и разрушают горные породы.

Кроме того, в почве часть веществ ароматической природы под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов вновь конденсируется с образованием сложного комплекса соединений – почвенного гумуса (различные гумусовые кислоты и их соли). Гумус является основой почвенного плодородия.

Кислород атмосферы накоплен за счёт фотосинтеза, осуществляемого зелёными растениями. В верхних слоях тропосферы под влиянием УФ излучения из кислорода образуется озон. Существование озонового экрана, таким образом, – также результат деятельности живого вещества, которое, по выражению В.И.Вернадского, «как бы само создаёт себе область жизни».

Углекислый газ поступает в атмосферу за счёт дыхания всех организмов. Второй, менее мощный его источник – выделение по трещинам земной коры из осадочных пород за счёт химических процессов, совершающихся под действием высоких температур. Он также имеет биогенное происхождение. Не связанное с деятельностью живых организмов – это выделение углекислого газа непосредственно из мантии Земли при вулканических извержениях. Но его количество составляет лишь 0,01 % от углекислого газа, выделенного живыми организмами.

Азот атмосферы химически инертен, но его усваивают из атмосферы многие организмы – азотфиксаторы, после их смерти он переходит в доступные растениям соединения и включается в цепи питания и разложения.

К газам органического происхождения относятся также сероводород, метан и множество других летучих соединений, создаваемых живым веществом. За один день, например, 1 га можжевельного леса может выделить в атмосферу до 30 кг летучих веществ – фитонцидов.

Продуцируя и потребляя газообразные вещества, организмы биосферы поддерживают постоянство состава воздушной оболочки Земли.

Всё вышерассмотренное – это *средообразующая функция* живых организмов. Но им присуща также *средорегулирующая функция*, т.е. биотическая регуляция окружающей среды. Биота в глобальном масштабе способна с большой точностью и долгое время поддерживать на

постоянном уровне важные параметры окружающей среды, несмотря на исключительную сложность регулируемой системы. Таким образом, биота биосферы формирует и контролирует состояние окружающей среды.

Раздел 3. Загрязнение окружающей среды

Тема 3.1. Загрязнение атмосферного воздуха. Здоровье человека

Загрязнители	Нарушение здоровья человека
<p>Тепловые электростанции Пыль, зола, содержащая диоксид кремния и соединения металлов</p> <p>Мышьяк, ванадий, ртуть, свинец</p> <p>Сажа, являющаяся носителем смолистых веществ, в т.ч. бензапирена Диоксид серы</p> <p>Оксиды азота</p>	<p>Повреждение слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей. Фиброзные изменения в лёгких. Силикоз. Повышение смертности от рака лёгкого и кишечника.</p> <p>Раздражение кожи. Отравления. Абсорбция солей мышьяка в ЖКТ, лёгких и коже. Раздражение слизистой оболочки верхних дыхательных путей, повышение заболеваемости тонзиллитом, фарингитом, отёки верхних дыхательных путей. Снижение гемоглобина.</p> <p>Повышение заболеваемости раком лёгкого.</p> <p>Общее отравление организма, проявляющееся в изменении состава крови, поражении органов дыхания, повышении восприимчивости к инфекциям, нарушении обмена веществ. Бронхит, конъюнктивит, ринит, бронхопневмония, астма, аллергические реакции, острые заболевания верхних дыхательных путей и системы кровообращения.</p> <p>При кратковременном загрязнении – раздражение слизистой оболочки глаз, затруднённое дыхание, головные боли, тошнота, рвота.</p> <p>Резкое раздражение лёгких и дыхательных путей, возникновение в них воспалительных процессов, образование метгемоглобина, понижение кровяного давления.</p>
<p>Атомные электростанции. Радиоактивные изотопы (стронция, цезия, йода, кобальта, марганца и др.). Термальное загрязнение, повышающее токсичность загрязнителей, находящихся в воде</p>	<p>Увеличение заболеваемости злокачественными новообразованиями. При хроническом воздействии – нарушение нервной деятельности, функции половых желез, ЖКТ, органов дыхания, деятельности сердечно-сосудистой системы.</p>
<p>Комбинаты чёрной металлургии. Оксид углерода, диоксид серы, пыль, оксиды азота, сероводород, аммиак.</p> <p>Углеводороды, в т.ч. бензапирен</p> <p>Пиридин, бензол, фенол</p>	<p>У детей – катар верхних дыхательных путей, воспаление лёгких, бронхит, конъюнктивит, ухудшение физического развития и общего состояния здоровья, повышение заболеваемости.</p> <p>Повышение заболеваемости и смертности от рака лёгкого.</p> <p>Сильно выраженное раздражающее и общетоксическое действие на систему крови и центральную нервную систему. Раздражение верхних дыхательных путей, слизистой оболочки глаз, кожных покровов.</p>

<p>Аэрозоль марганца</p> <p>Аэрозоль оксида хрома</p> <p>Соединения ванадия</p>	<p>Поражение нервной системы, повышение заболеваемости пневмонией. Морфологические изменения в коре головного мозга.</p> <p>Повышение заболеваемости и смертности от рака лёгкого, хроническое воспаление дыхательных путей. Влияние на систему крови. Нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы.</p> <p>Раздражение верхних дыхательных путей. Изменение лёгочной ткани. Влияние на обменные процессы и центральную нервную систему.</p>
<p>Цветная металлургия. Диоксид серы, оксид углерода Аэрозоли соединений свинца</p> <p>Аэрозоли никеля и его соединений</p> <p>Аэрозоли кобальта</p> <p>Фтор газообразный, фтористый водород, фториды кремния и алюминия</p> <p>Смолистые вещества, углеводороды, в т.ч. бензапирен</p> <p>Ртуть, её неорганические и органические соединения</p>	<p>Респираторные заболевания.</p> <p>Понижение активности ферментов, изменение защитных механизмов организма. Функциональные и органические нарушения сердечно-сосудистой системы. Поражения нервной системы. Расстройства психики, нарушение хода синтеза РНК. Быстрая утомляемость, вялость. Функциональные нарушения печени, почек, ЖКТ. Повышение заболеваемости раком почек, желудка, кишечника. Накопление в организме свинца (в костях, крови, моче). Сокращение продолжительности жизни. Свинцовая интоксикация вплоть до летальных исходов.</p> <p>Сильное действие на кроветворную систему, воздействие на центральную нервную систему. Изменение периферической крови, сердечно-сосудистая патология, функциональные расстройства ЦНС. Желудочно-кишечные заболевания, развитие аллергических заболеваний, рак лёгкого.</p> <p>Изменение показателей крови, органов дыхания, физиологические и биохимические сдвиги в сердечно-сосудистой системе. Повышение проницаемости капилляров, отёк лёгких, лёгочные кровотечения.</p> <p>Повышенная заболеваемость бронхитами, очаговыми пневмониями, раком органов дыхания, печени, желчных путей, прямой кишки, мочевого пузыря. Раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и глаз.</p> <p>При хроническом воздействии малых концентраций соединений фтора – отравления, сопровождающиеся носовыми кровотечениями, изъязвлением слизистой оболочки носа, удушливым кашлем.</p> <p>Флюороз (обызвествление костей, сухожилий, хрупкость костей, уплотнение костного вещества).</p> <p>У детей – ухудшение физического развития, снижение гемоглобина, специфические поражения кожи.</p> <p>Повышение заболеваемости и смертности от рака лёгкого.</p> <p>Накопление в организме ртути (в мозге, сердце, лёгких, почках, печени, поджелудочной железе, мышечной ткани). Нервно-психические нарушения. Острое и хроническое отравление – меркуризм, сопровождающееся общей слабостью, головной болью, тошнотой, желудочно-кишечными расстройствами, раздражительностью,</p>

	<p>повышенной возбудимостью, а также сонливостью, апатией, эмоциональной неустойчивостью, снижением памяти, общей заторможенностью.</p> <p>Интоксикация, действующая на почки, органы пищеварения, ЦНС, сердце. Необратимые поражения ЦНС и мозга с параличами, нарушениями координации движений, расстройством зрения, потерей слуха, серьёзными психическими отклонениями (болезнь Минамата). Имеются сведения о присутствии ртути в ДНК. Предполагается влияние на синтез протеинов, передачу наследственной информации. Случаи «врождённой» болезни Минамата у грудных детей с мозговыми нарушениями (параличи, психическая неполноценность, потеря зрения и слуха).</p>
<p>Нефтеперерабатывающая промышленность Сероводород, диоксид серы, оксид углерода, аммиак, жирные кислоты, парафин</p>	<p>Влияние на ЦНС и сердечно-сосудистую систему. Поражение печени, ЖКТ, эндокринного аппарата. При хроническом воздействии малых концентраций – изменение световой чувствительности глаза и электрической активности мозга, функциональные расстройства нервной системы.</p>
<p>Предприятия по производству синтетического волокна, пластмасс Выбросы сложного химического состава: хлорвинил, дихлорэтан, метилметакрилат, метанол, хлор, бензол, дивинил, кадмий, пыль</p>	<p>Повышение смертности от коронарной болезни сердца. Увеличение заболеваемости гриппом и пневмонией. Поражение нервной системы, сопровождающееся головокружением, бессонницей. Увеличение заболеваемости злокачественными новообразованиями.</p>
<p>Предприятия по производству пестицидов Пары ртути, мышьяк, фосген, синильная кислота, кадмий, свинец, селен, хлор, бензол, карбофос</p>	<p>Повышение заболеваемости верхних дыхательных путей. Повышенная заболеваемость раком органов дыхания, лимфатической системы.</p>
<p>Автомобильный транспорт Углеводороды, в т.ч. бензапирен</p> <p>Оксид углерода CO</p> <p>Оксиды азота</p>	<p>Раздражение дыхательных путей, появление тошноты, головокружения, расстройства дыхания и кровообращения. Понижение иммунологической активности организма, возникновение злокачественных новообразований.</p> <p>Блокирование гемоглобина в крови с образованием карбоксигемоглобина и снижением способности крови к переносу кислорода из лёгких к тканям тела. Приступы коронарной недостаточности, стенокардии и даже инфаркт миокарда. При концентрации карбоксигемоглобина 3-4 % - нарушение зрительного восприятия, повреждение нервной системы. Нарушение обменных процессов организма, функционального состояния ЦНС (психические отклонения, угнетение тканевого дыхания).</p> <p>Резкое раздражение лёгких и дыхательных путей,</p>

Диоксид серы	возникновение в них воспалительных процессов, образование метгемоглобина, понижение кровяного давления, головокружение, потеря сознания, рвота, одышка. У детей – снижение дыхательной функции, повышение респираторной заболеваемости. Раздражение слизистой оболочки глаз, хронические изменения в лёгких и воспалительные процессы в них, а в комбинации с действием микроорганизмов – ускорение развития лёгочных опухолей.
Предприятия по производству цемента Пыль, содержащая оксиды кремния, кальция, магния, железа, мышьяк, ртуть, свинец, фтористые соединения	Повышение заболеваемости органов дыхания, пищеварения, горла, носа, уха, слизистой глаз. Кожные заболевания. Асбестоз. Повышение заболеваемости и смертности от рака лёгкого.
Предприятия по производству асбеста и асбоцемента Асбестовая пыль, содержащая волокна асбеста	Асбестоз. Повышение заболеваемости раком лёгкого, бронхов, пищевода, желудка и др. локаций. Фиброз лёгких.
Предприятия по производству асфальта Пыль, сажа, содержащая бензапирен, пары битумов, диоксид серы	Повышение заболеваемости раком.
Предприятия по производству извести Пыль, бензапирен	Заболевания верхних дыхательных путей, глаз, силикоз, рак.

Здоровье человека

Приступая к рассмотрению вопросов влияния загрязнения ОС на здоровье населения, необходимо остановиться на понятии «**здоровье**». Согласно определению ВОЗ, под **здоровьем** понимается состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезни и физических дефектов, как это достаточно широко распространено в общественном сознании. В медико-биологических исследованиях для оценки здоровья используют показатели физического развития. Функции организма оценивают по показателям физической и умственной работоспособности, а адаптационные резервы – по показателям биохимического, гормонального и иммунного статусов.

В последние годы существенно изменились показатели здоровья населения:

- Сложился новый неэпидемический тип патологии.
- Произошли характерные демографические изменения (постарение, сдвиги в структуре смертности).
- Определился ряд заболеваний, имеющих высокие уровни (болезни системы кровообращения, хронические неспецифические болезни органов дыхания, несчастные случаи, отравления, травмы и т.д.).
- Выделилась группа важных, ранее редко встречавшихся заболеваний (эндокринные, аллергические, врождённые пороки, болезни иммунной системы и др.).
- Возросла заболеваемость некоторыми инфекционными болезнями (корью, дифтерией, гепатитом Б, аденовирусами и пр.).

- Сложилась тенденция формирования множественной патологии.

Факторы, влияющие на здоровье и продолжительность жизни человека.

Факторы, влияющие на здоровье человека	Примерная доля фактора	Группы факторов риска
Образ жизни	49-53	Курение, злоупотребление алкоголем, неправильное питание, вредные условия труда, стрессовые ситуации, гиподинамия, плохие материально-бытовые условия, употребление наркотиков, непрочность семей, одиночество, низкий образовательный и культурный уровень, чрезмерно высокий уровень урбанизации
Генетика (биология) человека	18-22	Предрасположенность к наследственным болезням
Внешняя среда, природно-климатические условия	17-20	Загрязнение воздуха, воды, почвы, резкая смена атмосферных явлений, повышенные космические, магнитные и другие излучения
Здравоохранение	8-10	Неэффективность профилактических мероприятий, низкое качество медицинской помощи, несвоевременность ее оказания

Итак, наибольшее влияние на состояние здоровья оказывает **образ жизни**. От него зависит почти половина всех случаев заболеваний. Затем по степени значимости следуют **состояние среды жизнедеятельности человека** и **наследственность**.

В России смертность детей в возрасте от 1 до 4 лет выше, чем в развитых странах, в 4-5 раз. Заметно уменьшается показатель продолжительности жизни. Если в начале 70-х годов продолжительность жизни россиян была примерно на 2 года ниже, чем в развитых странах Европы, Северной Америки, Австралии и Японии, то в настоящее время эта разница составляет 8 - 10 лет. В настоящее время мужчины живут в среднем 57 - 58 лет, женщины 70 - 71 год – последнее место в Европе.

Растёт смертность от болезней, причинно связанных с ухудшающейся экологической ситуацией (острые респираторные заболевания, врождённые аномалии, анемия, лейкемия), от новообразований.

Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения

В России только 15 % горожан проживают на территориях с допустимым уровнем загрязнения атмосферы. Загрязнением атмосферы обусловлено около 20 – 30 % общих заболеваний населения промышленных центров.

Объективные причины опасности воздействия загрязнённого атмосферного воздуха на здоровье населения:

1. *разнообразии загрязнений*. Комбинированное действие атмосферных загрязнителей может привести к усилению вызываемых ими токсических эффектов.
2. *длительности воздействия*. Человек за сутки вдыхает до 20 тыс. л воздуха. Даже незначительные концентрации ЗВ при таком объёме дыхания могут привести к токсически значимому поступлению вредных веществ в организм.
3. *непосредственный доступ загрязнителей во внутреннюю среду организма*. Воздух при дыхании входит в контакт с кровью, в которой растворяется почти всё, что присутствует в воздухе. Из лёгких кровь поступает в большой круг кровообращения, минуя такой детоксикационный барьер, как печень.

В центрах чёрной металлургии (гг. Магнитогорск, Н. Тагил, Новокузнецк и др.) общая заболеваемость как детского, так и взрослого населения почти на 40 % выше, чем в относительно «чистых» городах. Проживание в городах с предприятиями нефтехимии и

органического синтеза (Стерлитамак, Уфа и др.) ведёт к увеличению заболеваемости, преимущественно детей, бронхиальной астмой (в 2 – 3 раза) и аллергическими поражениями кожи и слизистых оболочек (в 1,5 – 2 раза).

Статистически достоверная зависимость от загрязнения атмосферного воздуха установлена для заболеваний бронхитом, пневмонией, а также для острых респираторных заболеваний. Загрязнения атмосферного воздуха влияют на резистентность (устойчивость) организма, что проявляется в росте инфекционных заболеваний. Имеются достоверные сведения о влиянии загрязнений на продолжительность заболеваний. Так, респираторное заболевание у детей, проживающих в загрязнённых районах, длится в 2-2,5 раза дольше, чем у детей, проживающих на относительно чистых территориях.

По данным выборочного обследования 33 городов России, в городах с повышенным уровнем загрязнения среднее число заболеваний органов дыхания увеличивается на 41 %, сердечно-сосудистой системы – на 132 %, болезней кожи – на 176 % и число злокачественных новообразований – на 35 %. Многочисленные исследования, проведённые в последние годы, свидетельствуют о том, что у детей, проживающих в районах с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, отмечается низкий уровень физического развития.

Сильным фактором, влияющим на общую заболеваемость детей, признаётся содержание оксида углерода в воздухе. Имеются сведения, что при увеличении содержания CO с 6,5 до 12 ПДК уровень заболеваемости детей увеличивается в 2 раза.

Воздух осреднённого мирового города имеет концентрацию пыли примерно в 150 раз более высокую, чем воздух над океаном и в 15 раз большую, чем воздух в сельской местности. Пыль оказывает влияние на органы дыхания, радиационный и тепловой баланс, является ядрами конденсации для осадков, на её поверхности концентрируются многие вредные вещества. В этом отношении наиболее опасна для человека и др. организмов мелкая пыль. Она обогащена сульфатами свинцом, мышьяком, кадмием, цинком. Бензапирен в воздухе на 90 % связан с частицами пыли.

По данным американских учёных, до 90 % всех раковых заболеваний связано с неблагоприятной ОС.

Не только бенз(а)пирен, но и промышленная пыль, диоксид азота способны вызывать онкологические заболевания, если концентрация любого из них превышает 2 ПДК. Это обстоятельство заслуживает особого внимания, так как устойчивый рост концентраций диоксида азота в атмосферном воздухе городов обусловлен ростом парка автомобилей, выбросы от которых более чем в 150 городах России уже превышают промышленные выбросы.

По одним данным, в России можно считать здоровыми около 20% населения. По другим, 15% россиян считают себя здоровыми и лишь 5% таковыми на самом деле являются.

Основными химическими примесями, загрязняющими атмосферу и оказывающими наибольшее отрицательное влияние на качество воздуха, являются следующие вещества:

CO и CO₂ – 50 %,

SO₂ – 16 %,

NO_x (NO, NO₂, N₂O) – 14 %,

летучие органические соединения (метан, бензол, хлорфторуглероды, фенол) – 15 %,

взвешенные частицы (пыль, сажа, асбест, соли свинца, мышьяк, серная кислота) – 5 %.

Кроме того, в атмосфере содержатся

фотохимические окислители (озон, перекись водорода, формальдегид),

галогены (хлор, фтор),

радиоактивные вещества (радон-222, стронций-90, плутоний-239),

а также чрезвычайно опасные вещества – суперэтоксиканты (диоксины, бензапирен, ДДТ, гексахлорциклогексан, N-нитрозодиметиламин, трихлордифенил, пентахлордифенил). Часть этих веществ выделяется в процессе сжигания мусора при недостаточно высокой температуре.

Загрязнителями воздуха также являются тепло, шум, вибрация и электромагнитные волны.

Оксид углерода (СО) – бесцветный газ, не имеющий запаха, известен также под названием «угарный газ». Образуется в результате неполного сгорания ископаемого топлива (угля, нефти, газа) в условиях недостатка кислорода и при низкой температуре. Ежегодные поступления в атмосферу во всём мире оцениваются в 400 млн. т. При этом 65% от всех выбросов приходится на транспорт, 21% - на мелких потребителей и бытовой сектор, 14% - на промышленность. При вдыхании угарный газ за счёт имеющейся в его молекуле тройной связи $C\equiv O$ образует прочные комплексные соединения с гемоглобином крови человека и тем самым блокирует поступление кислорода в кровь. Это вызывает головные боли, тошноту, а при более высокой концентрации смерть.

Максимальная разовая ПДК СО – 5 мг/м³, а среднесуточная – 3 мг/м³. При 14 мг/м³ возрастает вероятность смерти от инфаркта миокарда. Такие концентрации часто наблюдаются в часы пик на транспорте или при инверсиях (т.е. в условиях слабого воздушного обмена), благоприятствующих возникновению смога.

Уменьшение выбросов угарного газа достигается путём дожигания отходящих газов и использования альтернативных источников топлива.

Диоксид серы SO₂, или сернистый ангидрид – бесцветный газ с резким запахом. Образуется в процессе сгорания серосодержащих ископаемых видов топлива, в основном угля, а также при переработке сернистых руд. Он в первую очередь участвует в формировании кислотных дождей. Общемировой выброс диоксида серы оценивается в 120 млн. т в год. Концентрация диоксида серы особенно велика в районах, где расположены крупные тепловые станции, металлургические и горно-обогатительные заводы.

Максимальная разовая ПДК для диоксида серы составляет 0,5 мг/м³, а среднесуточная – 0,05 мг/м³.

Длительное воздействие диоксида серы на человека приводит вначале к потере вкусовых ощущений, стеснённому дыханию, а затем – к воспалению или отёку лёгких, перебоям в сердечной деятельности, нарушению кровообращения и остановке дыхания. Растения гораздо чувствительнее к воздействию диоксида серы, чем человек. Так, листовые пластинки растений, произрастающих на расстоянии менее 1 км от предприятий, выбрасывающих диоксид серы, обычно густо усеяны мелкими некротическими пятнами, образовавшимися в местах оседания капель серной кислоты.

Оксиды азота (оксид и диоксид азота) – газообразные вещества, объединяются одной общей формулой NO_x. Оксид азота образуется при всех процессах горения, он достаточно быстро окисляется до диоксида, который представляет собой красно-бурый газ с неприятным запахом, сильно действующий на слизистые оболочки человека. Чем выше температура сгорания, тем интенсивнее идёт образование оксидов азота.

Другим источником оксидов азота являются предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители, нитросоединения, вязкий шёлк, целлулоид. Количество оксидов азота, поступающих в атмосферу, составляет 65 млн. т в год. От общего количества выбрасываемых оксидов азота на транспорт приходится 40 (55) %, на энергетику – 30 %, остальное – на промышленные предприятия.

Оксиды азота являются источником кислотных дождей. Кроме того, при интенсивном солнечном облучении протекают фотохимические реакции оксидов азота с несгоревшими бензиновыми парами и другими углеводородами с образованием озона (так называемый фотохимический смог в виде красно-бурой дымки).

Максимальная разовая ПДК диоксида азота составляет 0,085 мг/м³, а среднесуточная – 0,04 мг/м³. При концентрациях свыше 0,15 мг/м³ возникают острые заболевания органов дыхания (бронхопневмония). При остром отравлении диоксидом азота может развиваться отёк лёгких. Признаками хронического отравления являются головные боли, бессонница, раздражение слизистых оболочек.

Углеводороды – химические соединения углерода и водорода. К ним относят тысячи различных загрязняющих атмосферу веществ, содержащихся в несгоревшем бензине, жидкостях, применяемых в химчистке, промышленных растворителях и т.д. Многие

углеводороды опасны сами по себе. Например, бензол, один из компонентов бензина, может вызвать лейкемию, а гексан – тяжёлые поражения ЦНС. Бутадиен является сильным канцерогеном.

Общемировые выбросы в атмосферу главных загрязнителей, млн.т:

Оксид углерода	370-400
Диоксид серы	200
Оксиды азота	65-90
Углеводороды	55

Основными источниками поступления *промышленной пыли* в атмосферу являются ТЭС, потребляющие уголь высокой зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и другие заводы. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим химическим разнообразием. Чаще всего в их составе обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода, реже – оксиды металлов: железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка, бериллия, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест. Ещё большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические и ароматические углеводороды, соли кислот. Она образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и других подобных предприятиях.

К опасным факторам антропогенного характера, способствующим серьёзному ухудшению качества атмосферы, следует отнести её загрязнение радиоактивной пылью. Установлено, что через несколько десятков секунд после ядерного взрыва или аварии на АЭС образуются примерно 100 различных радионуклидов, 29 из которых вносит наибольший вклад в радиоактивное загрязнение атмосферы через час, 20 – через двое суток, а 3 – через 100 лет. Особую потенциальную опасность для человека и животных представляет стронций – 90 не только как долгоживущий изотоп, но и как аналог кальция, способный заменять его в костях.

Главными загрязнителями воздуха в промышленности являются: энергетика – 28,5 %, цветная металлургия 21 %, чёрная металлургия – 15 %, нефтедобыча – 8 % и нефтепереработка – 5 %.

В России поток техногенных загрязнителей в расчёте на одного жителя и на единицу площади страны значительно ниже, чем в США и странах Западной Европы. Зато он заметно выше в расчёте на единицу ВВП. Это свидетельствует о высокой ресурсоёмкости производства, устаревших технологиях и недостаточном применении средств очистки выбросов. Из 25 тысяч российских предприятий, загрязняющих атмосферу, лишь 38% оборудованы пылегазоочистными установками, из которых 20% не работают или работают неэффективно. Это одна из причин повышенных эмиссий некоторых малых по массе, но токсичных загрязнителей – углеводородов и тяжёлых металлов.

Большую долю в загрязнении атмосферы составляют выбросы вредных веществ от автомобилей. В среднем при пробеге 15 тыс. км за год каждый автомобиль сжигает 2 т топлива и около 4,5 т кислорода, что в 50 раз больше потребностей человека. При этом автомобиль выбрасывает в атмосферу (кг/год):

оксида углерода (угарного газа) – 700,
диоксида азота – 40,
несгоревших углеводородов – 230.

Тема 2.3. Глобальные экологические проблемы.

Сущность парникового эффекта состоит в том, что атмосфера почти целиком пропускает излучение Солнца к Земле, но из-за наличия в атмосфере парниковых газов заметно задерживает обратное тепловое (инфракрасное) излучение земной поверхности. Парниковые газы образуют как бы «стеклянную крышу парника» над планетой и большая часть излучаемого Землёй тепла возвращается назад. Тепловая энергия накапливается в приповерхностных слоях атмосферы тем интенсивнее, чем больше в них концентрация парниковых газов. Усиление парникового эффекта приводит к повышению температуры на поверхности Земли и потеплению климата. Благодаря существованию парникового эффекта

только 20% теплового излучения земной поверхности безвозвратно уходит в космос. Если бы Земля не имела атмосферы с парниковыми газами, то средняя температура её поверхности была бы на 3-5°C ниже. Сейчас средняя температура планеты 15°C.

Главными парниковыми газами на Земле являются углекислый газ (диоксид углерода), метан CH_4 и водяной пар. К парниковым газам также относятся закись азота N_2O , фреон и озон.

Миллионы тонн метана каждый год выделяются при разработках газа и гниении органических остатков.

Миллиарды тонн CO_2 поступают в атмосферу в результате сжигания углеродсодержащих видов топлива (каменный уголь, нефть, газ) в промышленности, в автомобильных двигателях, на ТЭС. 45 % выбросов CO_2 даёт сжигание угля, 40 % - нефти и 15 % - газа.

В настоящее время ежегодно в атмосферу выбрасывается более 20 млрд. т диоксида углерода (6 млрд. т углерода). 2 млрд. т углерода в углекислом газе перерабатывается зелёными растениями на суше в процессе фотосинтеза, 2 млрд. т перерабатывается в океане, оставшиеся 2 млрд. т не перерабатываются и концентрация диоксида углерода в атмосфере возрастает.

Энергетический бум прошлого столетия увеличил содержание углекислого газа в атмосфере на 25%, а метана – на 100%.

По расчётам Национальной Академии наук США, к 2100 г. ожидается удвоение концентрации CO_2 , и к 2100г. должно произойти повышение температуры на 1,5–5,8°C. Для приполярных широт повышение температуры может достигнуть 10°C.

Последствие парникового эффекта, которое вызывает наибольшие опасения – это подъём уровня Мирового океана. Уровень Мирового океана может повыситься примерно на 1м к 2050 г. и на 1,5-3,5 м к 2100 г. из-за таяния полярных льдов и теплового расширения воды. При повышении уровня океана на несколько метров будут затоплены такие города, как Нью-Йорк, Лондон, Санкт-Петербург, Амстердам, Шанхай, Токио и густонаселённые прибрежные территории, на которых проживает от 30 до 50 % населения земного шара. Увеличение средней глобальной температуры даже на 1°C приведёт к значительному изменению атмосферной циркуляции, увеличится частота и сила тайфунов, ураганов, торнадо. С ростом температуры возрастёт и количество осадков. Ливни затопят тропики. Засушливые зоны сдвинутся на север. Серьёзные изменения климата произойдут в Скандинавии, Сибири и на севере Канады.

При глобальном потеплении на 2°C зона сплошной многолетней мерзлоты в нашей стране перестанет существовать, а зона лесотундры достигнет побережья Северного Ледовитого океана. Повышение средней температуры на 1-2°C в целом может быть благоприятно для сельского хозяйства европейской части России. Ожидается, что с началом этого столетия начнётся увеличение количества осадков на всей территории нашей страны, включая самые засушливые области.

В 2001 г. на долю США приходилось 33% выбросов CO_2 , Европейского Союза – 29%, России – 16,4%, Японии – 8%. Чтобы уменьшить выбросы диоксида углерода, надо уменьшить количество сжигаемого углеродсодержащего топлива. Как этого достичь?

Во-первых, расширить применение энергосберегающих технологий и устройств.

Во-вторых, осуществлять переход на широкое использование газового топлива. При производстве одинакового количества энергии нефть даёт на 15 %, а газ – на 43 % меньше углекислого газа, чем уголь. Если же учесть, что КПД газовых установок заметно выше, чем потребляющих уголь, то выигрыш будет в 2-3 раза.

В-третьих, развивать направления энергетики, не связанные со сжиганием органического топлива: атомную, гидроэнергетику, использование солнечной и ветровой энергии.

Но до середины XXI в. традиционные виды углеводородного топлива, скорее всего, сохранят своё доминирующее положение в топливно-энергетическом балансе.

Другим способом борьбы с повышением температуры при изменении климата может стать выброс нейтральных аэрозольных частиц в верхние слои атмосферы (в виде «щита» от солнечного излучения), однако он требует очень точных расчётов.

В 1992 г. конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро приняла Конвенцию об изменении климата. Цель Конвенции – добиться стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему. Стороны договорились к 2000г. стабилизировать эмиссию этих газов на уровне 1990 г.

Международная конференция по глобальному изменению климата на планете, проходившая в 1997 г. в г. Киото (Япония), единогласно приняла итоговый протокол, согласно которому *впервые* в истории для индустриально развитых стран устанавливаются обязательные к исполнению количественные показатели сокращения объёма выбросов парниковых газов. В 2008 – 2012 гг. объём выбросов должен стать меньше на 5,2%, чем в 1990 г. Для каждого государства установлены свои численные ограничения. Европейский Союз обязался сократить эмиссию парниковых газов на 8 %, США – на 7 %, Япония, Канада, Венгрия и Польша – на 6 % . Развивающимся странам разрешено увеличить эмиссию парниковых газов: Исландии – на 10%, Австралии – на 8 %. Россия, которая отнесена к группе стран с переходной экономикой, к 2012 г. должна сохранить уровень 1990г.

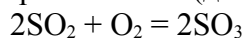
В работе экологического форума в Киото принимали участие более 2000 делегатов из 159 государств мира. Выработать общие подходы оказалось непросто: позиции стран – участниц существенно расходились, поскольку сокращение выбросов парниковых газов связано со значительными расходами и необходимостью перестройки промышленности. Введение строгих ограничений повлечёт за собой сокращение потребления горючих полезных ископаемых, в том числе угля и нефти, а следовательно, и уменьшение дохода от продаж «чёрного золота» на мировом рынке. Ежегодные потери стран, входящих в Организацию производителей и экспортёров нефти, могут составлять до 10 млрд. долларов.

Кислотные осадки

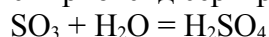
Другим видом загрязнения атмосферы, не признающим государственных границ, являются оксиды серы и азота. Сжигание каменного угля на ТЭС ведёт к выбросам не только диоксида углерода, но и диоксида серы и оксидов азота. Дополнительным крупным источником оксидов азота является автомобильный транспорт. В целом ежегодно в атмосферу выбрасывается 120 млн. т сернистого газа, 250 млн. т пыли, более 65 млн. т оксидов азота.

Антропогенные выбросы сернистого газа в 2 раза превышают поступление этих газов в результате природных явлений, антропогенные выбросы оксидов азота составляют примерно 40% от естественных выбросов.

В атмосфере сернистый газ (диоксид серы) окисляется до серного ангидрида:



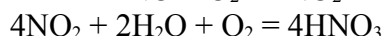
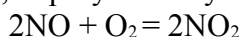
Образовавшийся триоксид серы реагирует с водяным паром, образуя серную кислоту:



Серная кислота присутствует в воздухе в виде лёгкого тумана, состоящего из крошечных капель.

При сжигании топлива выбрасываются в атмосферу также оксиды кальция и железа, которые вступают в реакцию с серной кислотой, образуя твёрдые частички сульфатов кальция и железа. Количество содержащихся в городском воздухе твёрдых частиц сульфатов и капелек серной кислоты может достигать 20%. Ветер разносит эти загрязнения за сотни километров от места их выброса, образуются туманы и смоги.

Оксиды азота окисляются в воздухе до диоксида, который тоже растворяется в капельках воды облаков, образуя азотную кислоту:



Эти две кислоты (серная и азотная) и обуславливают выпадение кислотных дождей.

Проблема кислотных осадков возникла в начале 70-х гг. XX в. Наиболее остро она проявилась в Скандинавских странах, где в тысячах озёр стала исчезать рыба,

микроорганизмы, причём вода вроде бы оставалась такой же чистой. Понадобились годы исследований, чтобы понять, что закисление среды и её последствия – не только скандинавская проблема. В восточных районах США за 20 лет кислотность увеличилась в 10-30 раз в 30-60% озёр (рН воды был меньше 5). От кислотных осадков страдает Канада, Германия, Англия, Бельгия, Польша и другие европейские страны.

Естественная дождевая вода имеет слабокислую реакцию (рН~6), так как находится в контакте с диоксидом углерода (углекислый газ – естественный компонент атмосферы) и растворяет его, образуя слабую угольную кислоту. Однако среднегодовые значения рН дождей над Европой – от 4,1 до 4,9.

Кислотные осадки вредят не только озёрам, но и лесам, полям, пастбищам. В Западной Европе жертвами кислотных осадков стали 38% лесов (ожоги листьев, поражение хвои). Только в Германии от кислотных осадков пострадало около 50% лесов, в Польше – 75%. Деревья становятся более подверженными воздействию болезней и вредителей, отмирает до 50 % их корневой системы.

Кислота, падающая с неба, разъедает исторические памятники, трубопроводы, столбы, бетонные фундаменты, кабели. По данным Европейского парламента, экономический ущерб от кислотных осадков составляет 4 % валового национального продукта.

Швеция имеет более 100 тысяч озёр на своей территории, из них 18 тысяч «мёртвые», лишённые жизни. В Норвегии в 5000 из 17500 озёр исчезла рыба. В Канаде из-за частых кислотных осадков стали мёртвыми 14 тысяч озёр. Подкисление воды озёр вследствие кислотных осадков вряд ли сильно влияет на взрослых рыб. Скорее всего низкий уровень рН препятствует размножению рыб, убивая икру. Вероятно также снижение развития фитопланктона, а следовательно, и кормовой базы для рыб. Снижение численности рыб влечёт за собой исчезновение животных, которые питаются рыбой: белоголового орлана, гагар, чаек, выдры и др. Кроме того, ртуть, содержащаяся в природных водоёмах, в кислой среде может превратиться в ядовитую монометилловую ртуть.

Когда люди вдыхают туман, содержащий капельки кислоты, это вызывает у них аллергию и бронхит. При вдыхании кислотных частиц с пылью, содержащей тяжёлые металлы (медь, цинк), возможно появление раковых опухолей.

Главным «экспортёром» кислотных дождей в Европе в 80-х годах стала Великобритания. В нашу страну поступает в 8 раз больше сернистого газа и в 7,3 раза больше оксидов азота, чем выносятся с её территории в другие государства. Это связано с преимущественным движением воздушных масс с запада на восток.

Для уменьшения выбросов диоксида серы предлагаются следующие меры:

1. Промывка угля после измельчения. Это приводит к удалению 50-90% соединений серы – пирита и к увеличению стоимости электроэнергии примерно на 10%.

2. Химическое удаление серы – сульфурация. В этом случае затраты на производство электроэнергии возрастают на 15-25%. В США в 1991 г. около 50% угля, используемого на ТЭС, подвергалось очистке. Во Франции и Великобритании очищается весь уголь.

3. Замена угля на низкосернистые виды топлива: нефть и газ.

Одним из наиболее простых способов снижения количества оксидов азота при сжигании топлива является проведение процесса в условиях недостатка кислорода, что обеспечивается скоростью подачи воздуха в зону горения. В Японии разработана технология «дожигания» первичных продуктов сгорания. При этом сначала топливо (нефть, газ) сжигают в оптимальном режиме для образования меньшего количества оксидов азота, а затем в зоне дожигания уничтожают непрореагировавшее топливо. При этом выброс оксидов азота снижается на 80 %.

Следующим направлением в решении проблемы кислотных дождей является отказ от практики рассеивания газообразных выбросов. Их следует не рассеивать, а, наоборот, улавливать и концентрировать. Наиболее эффективный способ очистки выбросов от диоксида серы основан на реакции его с измельчённой известью. В результате реакции 90 % диоксида серы связывается с известью, образуя гипс, который можно использовать в строительстве.

Наиболее неблагоприятные районы России по кислотным осадкам: Кольский п-ов, восточный склон Уральского хребта и район Таймыра.

В 1985 г. в Хельсинки 20 государств Европы и Канада подписали Протокол о 30%-ном снижении выбросов серы.

Принятые в странах Большой Семёрки в 1970-1990 гг. меры позволили при росте величины валового продукта на 60% практически не увеличить выбросы углекислого газа и оксидов азота и снизить выбросы сернистого газа SO₂.

Разрушение озонового слоя

На высоте 20 – 25 км под действием УФ излучения Солнца в атмосфере возникает озоновый слой. Своему существованию озоновый слой обязан деятельности фотосинтезирующих растений, выделяющих кислород, и действию на кислород ультрафиолетовых лучей. В высоких слоях атмосферы под влиянием жёсткой УФ части солнечного излучения происходит ионизация и диссоциация молекул кислорода, образуется атомарный кислород, который немедленно присоединяется к молекулам кислорода, образуя озон – трёхатомный кислород.

Если весь атмосферный озон привести к нормальным условиям земной поверхности (давление 760 мм рт.ст. и температура 0°C), то средняя толщина озонового слоя в тропиках составит всего 2 мм, у полюсов она вдвое больше. Общая масса озонового слоя меньше одной миллионной доли массы всей атмосферы. Тем не менее это надёжный щит, который не только оберегает всё живое на планете от прямого разрушения под действием жёсткого УФ излучения, пропуская к Земле только 1% этого излучения, но и предохраняет эволюцию от вредных мутаций.

Уменьшение озонового слоя на 1% влечёт за собой увеличение УФ излучения на 1,5%. Полное исчезновение озонового слоя, несомненно, означало бы прекращение существования высших форм жизни на Земле. Даже его утоньшение приведёт к росту числа раковых заболеваний, гибели одноклеточных организмов, входящих в различные экосистемы, воздействию на генетический код живых организмов и увеличению числа мутаций.

Тепловой режим атмосферы и её динамика в значительной степени определяются способностью озона поглощать ультрафиолет. Уменьшение толщины озонового слоя приведёт к увеличению нагрева Земли, усилению ветра, циркуляции воздушных масс в атмосфере, наступлению пустынь.

В 1992 г. был опубликован доклад Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП). В нём, в частности, говорилось, что к 2000 г. толщина озонового слоя может уменьшиться на 5-10%. Это приведёт к увеличению вирусных заболеваний, в том числе СПИДом, раку кожи (дополнительно 300 тысяч случаев ежегодно) и катаракте, расстройству иммунной системы и росту числа инфекционных заболеваний, а также снижению урожаев в сельском хозяйстве.

Впервые озоновую дыру над Антарктидой обнаружили со спутников в 1979 г. Мир узнал о ней в 1985 г. Измерения концентрации озона в атмосфере показали, что над Антарктидой уровень озона сократился на 40 %. Площадь озоновой дыры растёт, и в 1999 г. она занимала 27,3 млн. км², что в полтора раза больше площади России. Эта дыра перемещается, и когда она появляется над Австралией, там увеличивается число заболеваний раком кожи. Замечена меньшая по размерам озоновая дыра и над Шпицбергом.

В 1992 г. специалисты американского Управления по аэрокосмическим исследованиям сообщили, что ими зафиксирован самый высокий за последнее время уровень концентрации в атмосфере химических веществ, разрушающих озоновый слой Земли.

В феврале 1995 г. над всем Северным полушарием зарегистрировано рекордное снижение озона – на 40 %. Оно держалось 25 суток. Вообще нормальными считаются естественные колебания уровня озона в пределах до 10%.

В марте 1997 г. озоновые дыры появились над Ленинградской, Псковской и Новгородской областями, а также над Восточной Сибирью, Якутией и центром Красноярского края.

Учёные США уже прогнозируют, что если тенденции разрушения озона сохранятся, то к 2070 г. число больных раком кожи в США может достигнуть 40 млн. человек.

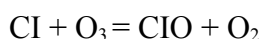
Существует три версии разрушения озона:

1. Из-за поступления в атмосферу хлорфторуглеродов (ХФУ). Сюда относят в первую очередь фреоны, получившие широкое распространение в холодильных установках, в кондиционерах, в аэрозольных баллончиках, в огнетушителях, как растворители и очистители, например при промывке деталей в электронной промышленности. В течение полувека эти химикаты, впервые полученные в 1928 г., считались чудо-веществами. Они нетоксичны, инертны, чрезвычайно стабильны, не горят, не растворяются в воде, удобны в производстве и хранении. И поэтому сфера применения ХФУ динамично расширялась.

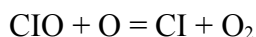
Предположение о том, что ХФУ разрушают озон атмосферы, высказали американские и немецкие учёные в 1974 г. За эту работу в 1996 г. они были удостоены Нобелевской премии.

В 80-х годах XX в. в мире производилось 1,4 млн. т ХФУ. Согласно докладу Гринпис в конце 1995 г., более 50 % всех озоновых дыр создаётся тройкой развитых стран: США (31%), Япония (12,4 %) и Великобритания (9%). В США потребление озонразрушающих веществ составляет более 8 кг на душу населения, а в Индии всего 9 г.

Фреоны, попавшие в атмосферу, сохраняются там 60 – 100 лет. Под действием ультрафиолета они разрушаются, а атомы хлора, образующиеся при этом, взаимодействуют с молекулами озона:



Образовавшийся монооксид хлора взаимодействует с атомами кислорода и восстанавливает атом хлора:

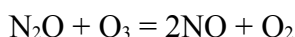


Затем возникает цепная реакция разрушения озона. Каждый атом хлора способен уничтожить 100 тысяч молекул озона.

2. Из-за выбросов отработанных газов суперлайнерами «Боинг» и другими с высоким потолком полёта, при запуске ракетносителей.

Типичная твёрдотопливная ракетная система – ускорители американского «Спейс шаттла» в процессе подъёма до высоты 50 км выбрасывает 187 т хлора и его соединений. За один полёт «Спейс шаттл» уничтожает до 10 млн. т озона, а в земной атмосфере его содержится всего лишь 3 млрд. тонн. В 3-4 раза меньшую опасность представляют российские ракетные системы «Протон», «Союз», «Энергия».

3. Из-за увеличения выбросов оксидов азота, а именно закиси азота (сжигание топлива на ТЭС и в промышленности, выхлопные газы автомобилей, сверхзвуковые реактивные самолёты):



Мировое сообщество принимает меры по защите озонового слоя. В 1985 г. была подписана Венская Конвенция, а с 1 января 1989 г. вступил в силу Монреальский протокол, ограничивающий производство и применение химических веществ, повреждающих озоновый слой. Оба эти документа ратифицированы более 40 странами мира, в том числе СССР.

Позже, в 1991 г., 81 страна и Европейское сообщество согласились ликвидировать ХФУ к 2002 г. Несколько лет назад была разработана технология замены фреона специально подготовленным пропаном.

По соглашению, подписанному в Копенгагене в 1992 г., производство ХФУ в развитых странах должно было прекратиться к концу 1995 г., в развивающихся странах – к 2010 г. Россия из-за тяжёлого финансово-экономического положения попросила отсрочки на 3 – 4 года. Однако пик наиболее разрушающего воздействия ХФУ на озоновый слой придётся на начало XXI в., поскольку ХФУ (фреонам), выброшенным в атмосферу, понадобится 8 – 12 лет, чтобы достичь озонового слоя, где они будут храниться ещё десятки лет, постепенно истощая его.

4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторных работ</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2.	Экологическая роль почв. Почва – главный ресурс агросистем.	2	Разбор конкретных ситуаций (2час.)
2	3.	Оценка экологического состояния воздуха Механизм образования кислотных дождей	2	-
3	3.	Определение качества воды.	2	-
ИТОГО			6	2

4.4. Практические занятия

Учебным планом не предусмотрено

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
			<i>3</i>	<i>4</i>				
1		2	3	4	5	6	7	8
1. Роль экологии в современном обществе.		20	+	-	1	20	Лк, ЛР	зачет
2. Экосистемы		28	+	-	1	28	Лк, ЛР	зачет
3. Загрязнение окружающей среды		56	-	+	1	56	Лк, ЛР	зачет
<i>всего часов</i>		104	48	56	2	52		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.
3. [Боголюбов, С. А.](#) Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст] : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 398 с.
4. [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
5. [Пискулова, Н. А.](#) Экологический вектор развития мировой экономики : научное издание / Н. А. Пискулова. - М. : Навона, 2010. - 240 с.
6. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.
7. РД 52.04.306-92. Охрана природы. Атмосфера. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха : нормативный документ. - Москва : Технорматив, 2005.
8. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2012 году : научное издание / Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области. - Иркутск : Издательство Института географии СО РАН, 2013. - 337 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Гридэл, Т.Е. Промышленная экология : учебное пособие / Т.Е. Гридэл, Б.Р. Алленби ; пер. С.Э. Шмелев. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 526 с. - (Зарубежный учебник). - ISBN 5-238-00620-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117052	Лк	ЭР	1
2.	Экология : учебник / В.Н. Большаков, В.В. Качак, В.Г. Коберниченко и др. ; под ред. Г.В. Тягунова, Ю.Г. Ярошенко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2013. - 504 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-716-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233716	Лк	ЭР	1
3.	Основы инженерной экологии : учебное пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова, В.В. Гутенов, Л.Н. Фесенко ; под ред. В.В. Денисова. - Ростов-н/Д : Феникс, 2013. - 624 с. : ил., схем., табл. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-21011-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271599	Лк	ЭР	1
4.	Гвоздинский, В.И. Промышленная экология : учебное пособие : в 2-х ч. / В.И. Гвоздинский. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2011. - Ч. 2. Книга 2. Технологические системы производства. - 116 с. - ISBN 978-5-9585-	Лк	ЭР	1

	0386-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=144361			
5.	Емельянов, А. Г. Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.	Лк, ПЗ	10	1
6.	Боголюбов, С. А. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст] : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 398 с.	Лк, ПЗ	6	0,6
Дополнительная литература				
7.	Федорова, А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.	ПЗ	5	0,25
8.	Доценко, А. И. Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.	Лк, ПЗ	5	0,25
9.	Константинов, В. М. Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.	Лк, ПЗ	20	1
10.	Варданян, М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : практикум / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2016. - 146 с.	Лк, ПЗ	11	0,7
11.	Константинов, В. М. Охрана природы : учебник / В. М. Константинов. - Москва : Академия, 2000. - 240 с.	Лк, ПЗ	49	1
12.	Еремченко, О. З. Учение о биосфере : учеб. пособие для вузов / О. З. Еремченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2006. - 240 с.	Лк, ПЗ	45	1

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Лабораторная работа №1 Экологическая роль почв. Почва – главный ресурс агросистем.

Цель работы: изучить экологические факторы, воздействующие на качество почвенного покрова.

Порядок выполнения:

Почва – основной источник плодородия. Площадь почвенных ресурсов составляет 129 млн км², или 86,5 % площади суши. Однако каждый год на Земле теряется около 0,7 % потенциальной пашни. На 1/3 пахотных территорий планеты почвы разрушаются быстрее, чем восстанавливаются, ведь для восстановления всего 1 см слоя почвы требуется 250–300 лет. В реки, озера, океаны смывается ежегодно столько почвы, что если бы ею загрузить вагоны товарного поезда, то он опоясал бы земной шар 150 раз.

Цель работы: углубление знаний о почве как плодородном слое Земли, ее экологической роли, выявление результатов антропогенного воздействия на почвы.

Почва – это рыхлый поверхностный слой земной коры, образовавшийся в результате совместного действия на горные породы воды, воздуха и различных организмов (живых или мертвых). Почва отличается от других похожих на нее глинистых и песчаных образований тем, что обладает плодородием.

Почва состоит из хорошо выраженных слоев, называемых почвенными горизонтами. Верхний, гумусовый горизонт *A* населен растениями, животными, микроорганизмами (живыми и мертвыми). Мертвые органические остатки подвергаются гумификации – благодаря микроорганизмам (бактериям, грибам, простейшим) превращаются в высокомолекулярные гуминовые соединения – мелкодисперсный органический материал. Подслои горизонта *A*: *A*₀ – подстилка, *A*₁ – собственно гумусовый, *A*₂ – выщелоченная светлоокрашенная почва. В следующем горизонте *B* содержатся, в основном, минеральные вещества, а органические переработаны редуцентами и перемешаны с мелкозернистой материнской породой. Материнская порода образует горизонт *C*. Почвенный профиль – последовательность почвенных горизонтов. Параметры горизонтов и профиля варьируются в зависимости от многих факторов

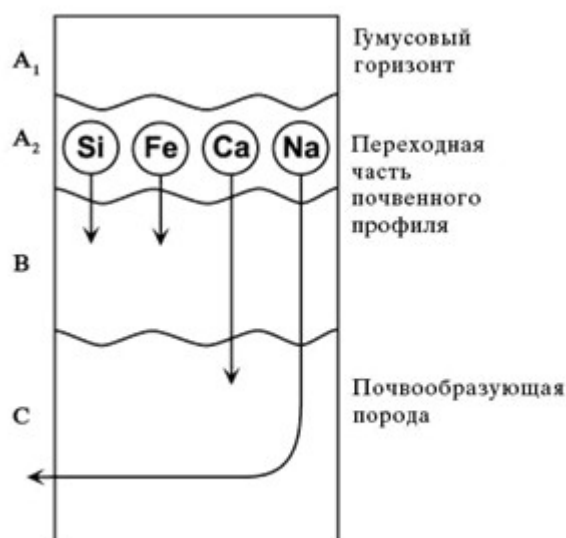


Рис. 1. Почвенный профиль автоморфных почв: *A* – перегнойно-аккумулятивный горизонт (*A*₁ – минеральный гумусово-аккумулятивный, *A*₂ – элювиальный), *B* – горизонт вымывания (иллювиальный), *C* – материнская порода

Экологическая чистая почва густо населена живыми организмами – микробами, насекомыми, червями, грызунами-землероями и т. д. В средней полосе России на 1 га поверхности почвы приходится 12,5–2000 млн разных беспозвоночных животных, а в 1 г почвы живет до 10 млрд микроорганизмов.

Почва состоит из частиц различной величины и химической природы, которые называются «механическими элементами». Различают три типа механических элементов:

- **минеральные** (песок, глина, мрамор, гранит и т. д., образуются за счет выветривания горных пород и их разрыхления водой и льдом);
- **органические** – это гумус и негуминовая часть. Гумус – комплекс темно-окрашенных высоко-комолекулярных органических соединений почвы, содержащий

гуминовые кислоты и фульвокислоты. Образуется при разложении и гумификации органических остатков растений, животных и микроорганизмов. Количество его невелико, обычно на штык лопаты. Гумус служит источником азота, фосфора, серы, микроэлементов для растений, повышает фильтруемость, обменную емкость, водо- и воздухопроницаемость;

– **органоминеральные** – смесь механических элементов.

Окраска почвы – доступный для наблюдения морфологический признак, широко используемый в почвоведении для присвоения почвам названий (чернозем, краснозем, желтозем, серозем и т. д.). Цвет почвы зависит от ее химического состава, условий почвообразования, влажности. Для окраски почв наиболее важны три группы веществ. Гумусовые вещества придают почве черную, темно-серую и серую окраску; соединения железа (III) – красную, оранжевую, желтую; соединения железа (II) – сизую и голубоватую. Кремнезем, карбонат кальция, каолинит, гипс и другие легкорастворимые соли – белую и белесую окраску. При разном сочетании этих групп веществ получается большое разнообразие почвенных цветов и оттенков (например, серо-бурая, красновато-коричневая и т. д.).

Важность охраны почвенного покрова

Охрана почв от загрязнений – важнейшая задача, так как любые вредные соединения, находящиеся в почве, рано или поздно попадают в организм человека.

Во-первых, происходит постоянное вымывание загрязнений в открытые водоёмы и грунтовые воды, которые могут использоваться человеком для питья и других нужд.

Во-вторых, эти загрязнения из почвенной влаги, грунтовых вод и открытых водоёмов попадают в организмы животных и растений, употребляющих эту воду, а затем по пищевым цепочкам попадают в организм человека.

В-третьих, многие вредные для человеческого организма соединения имеют способность накапливаться в тканях и, прежде всего, в костях.

По некоторым оценкам, в биосферу поступает ежегодно около 20–30 млрд т твёрдых отходов, из них 50–60 % органических соединений, а в виде кислотных агентов газового или аэрозольного характера – около 1 млрд т.

Задание 1. Определите понятия «почва, биогеохимические циклы, гумус, гумификация, почвенный горизонт, земельные ресурсы, эрозия почвы (ветровая, водная, механическая, строительная), плодородие, агроэкосистема, земледелие, опустынивание, деградация почвы, удобрение, пестицид, микроорганизмы, сельскохозяйственное загрязнение, зеленые революции (первая, вторая)», используя доступные информационные ресурсы.

Задание 2. Почему В.И. Вернадский назвал почву биокосным веществом? Можно ли сказать, что почва является также и биогенным веществом? Ответ обоснуйте.

Задание 3. Охарактеризуйте роль в процессе почвообразования следующих факторов : 1) климат (температура, ветер, количество влаги); 2) рельеф , 3) обилие органических остатков, 4) разнообразие и количество живых организмов, обитающих в почве (эдафобионтов); 5) свойства материнской породы; 6) время; в) агротехнические мероприятия (вспашка, внесение пестицидов и т. д.).

Задание 4. Рассмотрите рис. 1 и 2 и ответьте, как педосфера (почвенная оболочка) связана с гидросферой, атмосферой, литосферой, биосферой



Рис. 2. Организмы, жизнь которых полностью зависит от эдафических факторов (по Е.А. Криксунову, В.В. Пасечнику)

Задание 5. Сравните понятия (что в них общего, чем различаются и как соотносятся): ЛИТОСФЕРА, ЗЕМЛЯ, ПОЧВА.

Задание 6. В городских парках, на улицах осенью накапливается огромное количество листьев. При их сжигании загрязняется воздух, вывоз автомобилями на загородные свалки требует больших материальных затрат. Можно ли иначе решить проблему уличного мусора? Предложите несколько способов, включая такой, когда лиственный опад превращается в гумус.

Задание 7. Проанализируйте совокупность факторов, которые губительны для почвы и ее плодородия: эрозия, выпас скота, вырубка леса, неправильное обращение (применение удобрений и пестицидов, мелиорация).

Задание 8. Попробуйте по окраске почвы приблизительно оценить содержание перегноя (гумуса) в предложенном преподавателем образце, пользуясь рис. 3 и табл. 1

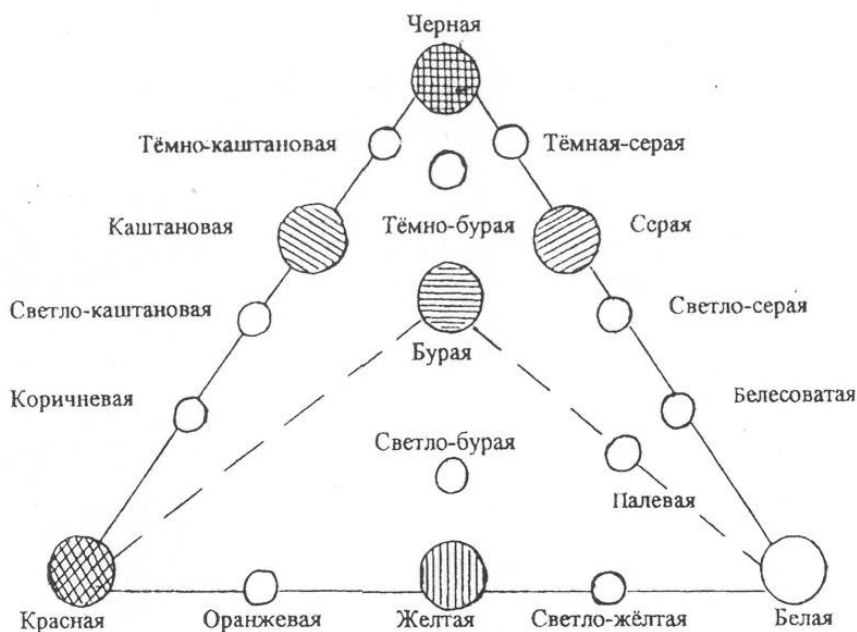


Рис. 3. Треугольник почвенных окрасок (по С.А. Захарову)

Приблизительная оценка содержания перегноя в почве по окраске

Окраска почвы	Содержание перегноя, %	Окраска почвы	Содержание перегноя, %
Очень черная	5–10	Серая	2–4
Черная	7–10	Светло-серая	1–2
Темно-серая	4–7	Белесая	0,5–1

Задание 9. По Б.Г. Розанову, опустынивание – это процесс необратимого изменения почвы и растительности и снижения биологической продуктивности, который в экстремальных случаях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню. Обоснуйте, почему опустынивание является одной из глобальных экологических проблем. Для этого рассмотрите его как совокупность исторического, социального, экономического и природного процессов.

Задание 10. Прокомментируйте выражение эколога Ли Талбота «Мы не унаследовали землю у своих родителей. Мы взяли ее в займы у своих детей».

Форма отчетности:

Формой отчетности по практической работе является Отчет, который должен содержать цель работы, расчеты, результаты, выводы.

Основная литература

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.

Дополнительная литература

1. [Федорова, А. И.](#) Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.
- [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
2. [Константинов, В. М.](#) Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.
3. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.
4. [Константинов, В. М.](#) Охрана природы : учебник / В. М. Константинов. - Москва : Академия, 2000. - 240 с.
5. [Еремченко, О. З.](#) Учение о биосфере : учеб. пособие для вузов / О. З. Еремченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2006. - 240 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Из предложенного списка выпишите те экологические факторы, которые относятся к эдафическим: влажность, освещенность, температура, давление, структура, активная реакция среды (рН), засоленность.

2. Что такое деградация почв и каковы ее причины?

3. Разрушение и снос верхних, наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром или потоками воды, называется...

4. Какие мероприятия, служащие для борьбы с эрозией почв, относятся к:

1) агротехническим;

2) землеустроительным;

- 3) лесомелиоративным;
- 4) гидротехническим:
 - а) организация севооборотов и системы обработки почв;
 - б) борьба с засолением, заболачиванием;
 - в) рекультивация нарушенного почвенного покрова;
 - г) предотвращение необоснованного изъятия земель из сельскохозяйственного оборота;
 - д) чередование прямолинейных контуров полей с лесными полосами;
 - е) сооружение террас, водотоков, лотков;
 - ж) облесение оврагов;
- з) бесплужные системы обработки почв (применение культиваторов, плоскорезов и т.п.);
- и) устройство валов, каналов, канав.

5. При каком показателе рН почва становится практически бесплодной?

Варианты ответов:

- а) рН = 3; б) рН = 5,6; в) рН = 7; г) рН = 8,5.

6. Зимой в гололед дороги посыпают смесью соли с песком. Часть соли позднее впитывается асфальт, попадает на газоны. Снег с дорог убирают и вывозят на специальные полигоны (снегоотвалы). Часть соли оказывается за городом. Предложите альтернативные, экологически чистые, варианты противогололедных мероприятий

7. Утилизация отходов – важнейшая экологическая проблема. При ее решении и сырье можно сэкономить, и площади свалок, занимающих большие территории и являющихся источником загрязнения, уменьшить. Предложите свои варианты утилизации:

- а) бумаги и картона;
- б) пластмассовых изделий (пластиковых бутылок, негодных авторучек, одноразовой посуды и т.п.);
- в) испорченных продуктов питания (гнилых овощей и фруктов, полуфабрикатов с истекшим сроком годности и т. п.). Приветствуются нестандартные решения.

8. Основоположник научного почвоведения В.В. Докучаев в 1892 г. в книге «Наши степи прежде и теперь» писал: «Огромная часть (во многих местах вся) степи лишилась своего естественного покрова – степной, девственной, обыкновенно очень густой растительности и дерна, задерживавших массу снега и воды, и прикрывавших почву от морозов и ветров, а пашни, уничтожив свойственную чернозему наиболее благоприятную для удерживания почвенной влаги, зернистую структуру, сдела-ли его легким достоянием ветра и смывающей деятельности всевозможных вод. Эти обстоятельства повлекли усиленное испарение степных вод, уменьшение количества почвенной влаги и понижение уровня грунтовых вод, сокращение летнего запаса воды как в реках, так и на степных водоразделах, энергичный, все более усиливающийся смыв черноземов и загромождение речных русел, озер и западин наносами, усиление вредного действия ветров в связи с общей деградацией почвенно-растительного покрова степи . Общим и неизбежным результатом этого явились суровые зимы и знойные сухие ветра на юге России». В какой степени описанные нарушения степных ландшафтов применимы к ситуации в России в начале XXI века?

Лабораторная работа №2 Оценка экологического состояния воздуха Механизм образования кислотных дождей

Цель работы: углубление знаний об атмосфере, об экологических проблемах, обусловленных загрязнением воздуха, оценка экологической безопасности атмосферного воздуха, изучить механизм образования кислотных дождей

Задание:

1. По предложенному тексту составить схему «Механизм образования кислотных осадков»;

2. Изучить и представить графически кислотность осадков в вашем районе на протяжении 2 недель, собирая дождь (снег) в чистые стеклянные ёмкости непосредственно при выпадении осадков.

Порядок выполнения:

Загрязнение воздуха оказывает влияние на климат, здоровье людей, состояние биоты. Негативное воздействие при этом происходит и в результате прямого контакта с загрязненным воздухом, и в результате выпадения загрязняющих веществ из атмосферы, и вторичного загрязнения окружающей среды. Газовые выбросы наносят экономический ущерб из-за потери веществ, которые могли бы быть использованы в смежных отраслях. Из-за загрязнения воздуха происходит разрушение материалов, оборудования, сооружений, многие поллютанты вызывают болезни и гибель домашних и диких животных, лесных и культурных растений. Посчитано, что экономические потери от заболеваний и смертности людей в связи с загрязнением воздушной среды составляют ежегодно 6 млрд. долларов США.

Экология атмосферного воздуха

Размеры атмосферы по сравнению с другими геологическими резервуарами Земли невелики, что делает ее весьма чувствительной к загрязнению. Даже небольшие изменения концентраций веществ в атмосфере могут вызвать значительные изменения ее свойств. Атмосферные потоки быстро перемешиваются, поэтому выбросы от крупных катастроф распространяются по всему земному шару. В результате перемешивания общий состав атмосферного воздуха имеет близкие показатели по всей Земле. Физическими причинами перемешивания являются: горизонтального – вращение Земли, вертикального – нагревание поверхности планеты. Лучше всего происходит перемешивание воздуха в нижней части атмосферы – тропосфере. Вследствие конвекции нагретый вблизи поверхности Земли воздух, будучи легче холодного, поднимается вверх. На высоте 15–25 км атмосфера нагревается путем поглощения УФ-излучения кислородом и озоном. Следствием повышения температуры с высотой является хорошая устойчивость верхней части атмосферы к вертикальному перемешиванию, т. к. слой холодного воздуха всегда находится внизу. Эта часть атмосферы (стратосфера) состоит из двух слоев (strata-слой). Здесь, на высоте 25–30 км, как известно, находится озоновый слой, играющий роль «щита» для биосферы благодаря поглощению им основной части (97 %) УФ составляющей солнечного излучения. В силу физических законов общее давление (а значит, и отдельных газов) в атмосфере уменьшается по мере удаления от Земли. Следствием является тот факт, что 80–90 % атмосферных газов находятся в тропосфере. Остальные находятся в основном в стратосфере, а меньше всего их в верхней части, мезосфере, ионосфере.

Как известно, главными компонентами атмосферы являются азот (78,084 %), кислород (20,946 %), аргон (0,934 %). Здесь и ниже приведены данные для сухого воздуха. Содержание воды сильно варьируется (0,5–4 %). Средняя концентрация диоксида углерода CO_2 составляет всего 0,03 %. Весьма малая доля (в объемных процентах) приходится на инертные (т. е. неактивные в химических реакциях) газы: неон ($1,8 \times 10^{-3}$), гелий ($4,6 \times 10^{-3}$), криптон ($1,1 \times 10^{-4}$), ксенон (8×10^{-6}). Кроме того, атмосферный воздух содержит (в объемных процентах) радон (6×10^{-5}), оксид азота (I) N_2O (5×10^{-5}), водород (5×10^{-5}), метан ($1,7 \times 10^{-4}$).

Хотя нельзя сказать, что перечисленные газы не важны, однако при экологической оценке качества атмосферного воздуха основное внимание уделяется главным образом не этим, а более реакционноспособным, хотя и второстепенным по количеству, веществам, поступающим в атмосферу в результате хозяйственной деятельности человека. К ним относятся оксиды азота NO и NO_2 , диоксид серы SO_2 , метан CH_4 , монооксид углерода CO и хлорфторуглероды (прежде всего фреоны CFCl_3 и CF_2Cl_2). Часть этих газов, поступающих в атмосферу, имеет природное происхождение (например, вулканическая деятельность).

Основные антропогенные выбросы вредных веществ в атмосферу связаны со сжиганием топлива на электростанциях, в котельных, двигателях внутреннего сгорания, а также с переработкой руд деятельностью предприятий химической промышленности.

Парниковый эффект – возможное потепление климата на планете Земля в результате накопления в атмосфере углекислого и других, так называемых парниковых газов, основной источник которых – человеческая деятельность.

Диоксид углерода прозрачен для солнечного света, но не пропускает в атмосферу инфракрасное излучение Земли, т. е. ведет себя подобно полиэтиленовой пленке в парнике (рис. 1).



Рис. 1. Схема парникового эффекта (по материалам брошюры ЮНЕП «Изменение планеты»)

Загрязнение воздуха и здоровье человека

Твердые взвешенные частицы (пыль) размером около 10–100 мкм могут содержаться в воздухе в больших количествах, хотя время их пребывания в атмосфере невелико, т. к. гравитационные силы вынуждают их оседать. Такими частицами являются пыльца растений, микроорганизмы и их споры, сухой песок, удобрения, асбестовая, угольная и цементная пыль. Главные источники твердых взвесей – металлургические заводы, теплоэлектростанции, стройиндустрия, транспорт, нефтеперерабатывающие комбинаты, заводы по производству белково-витаминных препаратов.

Природные источники пыли – лесные пожары, эрозия почв, вулканическая, метеоритная пыль, морская соль. Пыль, попадая в легкие вместе с воздухом, накапливается в организме. На пылевых частицах могут поселиться микроорганизмы, адсорбироваться еще более мелкие частицы вредных веществ. Например, на саже прочно закрепляются канцерогенные полиароматические соединения. Наиболее токсичны пыли, содержащие белковые молекулы и простейшие организмы (живые и отмершие). Они вызывают аллергии. Древесная, хлопковая, мучная пыль создают взрывоопасные смеси с воздухом.

Задание 1. Определите понятия «атмосфера, загрязнение атмосферы, парниковый эффект, парниковые газы, смог Лондонский, смог Лос-Анджелесский (фотохимический туман), кислотный дождь, аэрозоли, фреоны, озоновый экран (слой), озоновая дыра, предельно допустимый выброс (ПДВ)», используя доступные информационные ресурсы.

Задание 2. Представьте данные о составе воздуха в виде круговой диаграммы:

Задание 3. Установите соответствие между отраслями техники и результатами воздействия на атмосферу загрязнителей, выбрасываемых работающими в этих отраслях предприятиями и машинами: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца. Впишите полученный ответ в таблицу. Обращаем внимание, что разные отрасли техники могут вызывать одинаковые техногенные изменения в атмосфере.

Отрасли техники
1) теплоэнергетика
2) черная металлургия
3) нефтедобыча и нефтепереработка
4) автотранспорт
5) цветная металлургия
6) промышленность строительных материалов
7) химическая промышленность

Техногенные изменения в атмосфере
А) «кислотные дожди» (вымывание кислот из атмосферы)
Б) Утоньшение и перфорация слоя O ₃ , защищающего земную жизнь от УФ-излучения Солнца
В) «парниковый» эффект (потепление климата, вызванное накоплением в атмосфере газов, поглощающих ИК-излучение и препятствующих его рассеянию)
Г) коррозия металлов, эрозия камня на открытом воздухе
Д) фотохимический смог в городах

1	2	3	4	5	6	7

Задание 4. «Жизнь на Земле влияет на атмосферу, а атмосфера влияет на жизнь на Земле». Изложите свои мысли по поводу этого умозаключения. В ответе следует использовать соответствующие понятия экологии (живое вещество, продуценты, фотосинтез, биосфера, гомеостаз, парниковый эффект) и, опираясь на факты науки и собственный жизненный опыт, привести необходимые аргументы (не менее двух) в обоснование своей позиции.

Задание 5. Мраморные и известняковые скульптуры, стены старинных сооружений, созданные в Древней Греции и Римской империи, за последние 30 лет XX века разрушились гораздо сильнее, чем за предыдущие 2400 лет. Почему? Какие процессы этому способствуют?

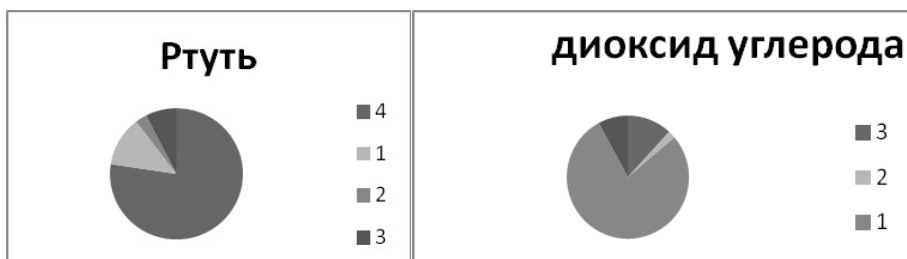
Подсказка: используйте знания о кислотных дождях и химическом составе мрамора и известняка.

Задание 6. Предложите 3 возможных способа решения проблемы глобального потепления климата на Земле. В каких сферах человеческой деятельности необходимы усилия для реализации этих решений?

Задание 7. Проанализируйте рисунок. Выясните, какой вклад в производство различных токсикантов, загрязняющих атмосферу, вносит промышленность? Вспомните, какое влияние оказывают эти соединения на человека и окружающую среду в целом?

1- промышленные источники энергии; 2- традиционные источники энергии; 3 – сельское хозяйство; 4 – промышленное производство (по Дж. Холдрену, 1990)





Задание 8. Установите соответствие между видами загрязнений воздуха и заболеваниями, которые они могут вызывать: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца. Впишите полученный ответ в таблицу. Обращаем внимание, что загрязнители воздуха могут вызывать несколько заболеваний, и наоборот, одинаковое патологическое состояние может быть обусловлено разными токсичными веществами.

Заболевания

- А) Онкологические заболевания
- Б) Респираторные заболевания (силикоз)
- В) Аллергия
- Г) Заболевания крови
- Д) Головная боль, отравление угарным газом

Загрязнение атмосферного воздуха

- 1) пыльца высших растений
- 2) асбест
- 3) ядохимикаты, удобрения
- 4) кремнийсодержащие частицы
- 5) угольная пыль, ПАУ (полиароматические углеводороды)
- 6) монооксид углерода (СО)

1	2	3	4	5	6

Основной причиной повышения кислотности являются выбросы оксида серы, который превращается в оксид серы благодаря окислению за счёт кислорода воздуха, озона, пероксида водорода в воздухе, присутствию оксидов металлов, выполняющих роль катализаторов, и атмосферной влаги. 60% кислотности в осадках получается за счёт серной кислоты, 30% - за счёт азотной и 5% - соляной.

Кислотным называют дождь (снег), рН которого ниже 5,6.

Загрязнение атмосферы соединениями серы. Соединения серы попадают в атмосферу естественным путем (вулканическая деятельность) и в результате антропогенной деятельности человека (сжигание ископаемого топлива, которое содержит серу). В процессе горения часть серы окисляется до SO₂. Среди используемых видов топлива первое место по поставке диоксида серы занимает каменный уголь, второе - нефть, третье - природный газ. Наиболее распространенными соединениями серы, поступающими в атмосферу, являются диоксид серы (SO₂), сульфиты (SO₃), сероуглерод (CS₂) и сероводород (H₂S). Содержание серы в угле достаточно велико. В процессе горения сера превращается в сернистый газ, а часть серы остается в золе в твердом состоянии.

Источниками образования SO₂ является также металлургическая промышленность (переработка сульфидных руд меди, свинца и цинка), а также предприятия по производству серной кислоты и переработке нефти.

Основной вред окружающей среде наносит продукт окисления диоксида серы - SO₃. Процесс окисления осуществляется под действием кислорода на пылеобразных частицах оксидов металлов в качестве катализаторов, в атмосферной влаге или под действием солнечного света. Газообразный SO₃ растворяется в капельках влаги с образованием серной кислоты: SO₃(газ) + H₂O(ж) = H₂SO₄(водн)

Загрязнение атмосферы соединениями азота. Оксиды азота образуются в атмосфере естественным и антропогенным путем (сжигание всех видов природного топлива (12 млн.т./год), транспорт (8 млн.т./год) и промышленность (1 млн.т./год)). Загрязнение оксидами азота в целом невелико (искл. - районы с развитой химической промышленностью).

NO - образуется в малых количествах в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания при прямом взаимодействии кислорода с азотом. В среднем выделение NO автомобилем - 1-2 г на 1 км. Вступает в реакцию кислородом: $2NO (г) + O_2 = 2 NO_2$, поэтому некоторое количество диоксида азота присутствует в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания. Газообразный диоксид азота растворяется в капельках влаги с образованием азотной кислоты: $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$

Вымывая из атмосферы H_2SO_4 и HNO_3 , осадки становятся кислотными. Их pH зависит от количества кислот и воды, в которой они растворены. Кислоты могут выпадать из атмосферы и без воды, сами по себе или с частицами пыли. Сухие кислотные отложения могут накапливаться на поверхности растений и при смачивании небольшим количеством влаги, например, при выпадении росы, давать сильные кислоты. Т.е., к кислотным осадкам можно отнести и кислотную росу. Чистая дождевая вода имеет слабокислую реакцию (pH=5,6), поскольку в ней легко растворяется углекислый газ из воздуха с образованием слабой угольной кислоты: $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$

Чтобы измерения были достоверными, необходимо правильно отобрать пробы снега:

- 1) Выбрать площадку для отбора проб, на которой можно построить треугольник со сторонами не менее 10 м (10 – 30 м).
- 2) В вершинах треугольника разметить квадраты со сторонами 1 м. Получится 3 таких квадрата.
- 3) Пробы берут по углам квадрата (4 штуки) и в центре. Всего собирают 5 проб с квадрата. Три квадрата дают 15 проб.
- 4) Снег берут почти на всю глубину снежной толщи. Это позволяет суммировать все загрязнения. Все 15 проб складывают в один целлофановый пакет, ёмкость. Отбирать снег лучше стаканом, ложкой, стараясь не касаться руками (предварительно вымытыми) снега и внутренней поверхности пакета. Собранный снег хранить в холодильнике, на балконе, за окном. Пробы целесообразно отбирать около заводов, у дорог, в парках, скверах, в жилых массивах города.

Ход анализа:

Перед анализом снег растопить и довести до комнатной температуры (20 С). После этого в воду опустить индикаторную бумажку на некоторое время и сравнить цвет с цветной шкалой, определить значение pH. Данные записать, отметить место отбора пробы, время отбора.

Пронаблюдать за состоянием деревьев в районе, где вы живёте, близ заводов, у дорог. Если у деревьев начинают уродливо расти ветви, а корни высыхают, это является признаком отравления сернистым газом в сочетании с озоном.

Спрогнозируйте все последствия загрязнения экосистем сернистым газом.

Оформите свои наблюдения, сделайте выводы.

Форма отчетности:

Формой отчетности по практической работе является Отчет, который должен содержать цель работы, расчеты, результаты, выводы.

Основная литература

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.

Дополнительная литература

1. [Федорова, А. И.](#) Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.

[Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.

2. [Константинов, В. М.](#) Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.

3. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.

4. [Константинов, В. М.](#) Охрана природы : учебник / В. М. Константинов. - Москва : Академия, 2000. - 240 с.

5. [Еремченко, О. З.](#) Учение о биосфере : учеб. пособие для вузов / О. З. Еремченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2006. - 240 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Запишите химическое уравнение реакции получения глюкозы путем фотосинтеза. Сколько тратится углекислого газа и выделяется кислорода для получения 1 моль $C_6H_{12}O_6$?

2. До последнего времени океанам и лесам удавалось спасти нас от самих себя. Природный углеродный цикл творит чудеса: биосфера ассимилирует углекислый газ, связывая его в биомассу и осадочные породы. Путем простейших химических расчетов определите, сколько литров CO_2 удерживает в себе кусочек мела массой 10 г?

3. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Озоновый слой располагается:

- а) между тропосферой и тропопаузой;
- б) между тропопаузой и стратосферой;
- в) между стратосферой и мезосферой;
- г) между стратопаузой и мезосферой.

4. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Кислотные дожди образуются в результате загрязнения атмосферы:

- а) соединениями серной и азотной кислоты;
- б) соединениями соляной и азотной кислоты;
- в) соединениями сероводорода и диоксида углерода;
- г) соединениями соляной кислоты и оксидов серы.

5. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Смог чаще всего наблюдается:

- а) в сельской местности;
- б) в городах, расположенных в котловинах;
- в) в горной местности;
- г) в городах, расположенных на возвышенностях.

6. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. К постоянным составным частям атмосферы относятся:

- а) кислород, диоксид углерода, водяной пар;
- б) кислород, диоксид углерода, инертные газы
- в) диоксид углерода, водяной пар;
- г) азот, диоксид углерода, водяной пар.

7. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Наиболее чувствительными к различным загрязнениям воздуха, в особенности к диоксиду серы, являются:

- а) широколиственные деревья;
- б) хвойные породы;
- в) кустарники;
- г) травы.

8. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Фотооксиданты образуются в атмосфере преимущественно при формировании:

- а) смога Лондонского типа;
- б) смога Лос-Анджелесского типа;
- в) смога Аляскинского типа;
- г) смога всех типов.

Почему охрана атмосферного воздуха считается ключевой проблемой оздоровления окружающей среды? Ответ обоснуйте

9. Что из себя представляют кислотные дожди?
10. Загрязнение атмосферы соединениями серы.
11. Загрязнение атмосферы соединениями азота.

Лабораторная работа №3. Определение качества воды.

Цель работы: углубление знаний о гидросфере, об экологической роли воды, об источниках загрязнения вод и их последствиях, рациональном использовании и охране водных ресурсов.

Задание:

1. Определить органолептические характеристики воды;
2. Определить цветность воды;
3. Определить мутность воды.

Порядок выполнения:

Качество жизни человека определяется, в числе прочих, такими категориями, как пища, тепло и холод, чистый воздух и вода, электрическая энергия, объем отходов жизнедеятельности. При этом роль воды как жизнеобеспечивающего фактора не ограничивается только хозяйственно-питьевым использованием. Можно уверенно сказать, что вода (особо чистая, техническая, минеральная, термальная, сточная и т. д.) участвует во всех производственных циклах, а значит прямо или косвенно влияет на все категории, определяющие качество жизни.

Вода – важнейший компонент любой экосистемы. Состав и свойства воды прямо или косвенно влияют на экологическое состояние всех природных объектов, т. к. совершая круговорот, природная вода участвует во многих химических и физических процессах живой и неживой природы. Высокая растворяющая способность воды приводит к ее загрязнению опасными для жизнедеятельности организма твердыми, жидкими и газообразными веществами. В организме человека массовая доля воды равна 70 %. Потеря организмом более 10 % воды может привести к смерти. Без воды человек может прожить только три дня, в то время как без пищи – 30–50 дней. С водой в организм поступают химические соединения (и необходимые, и вредные), водная среда служит для осуществления процессов очищения организма от шлаков, регуляции температуры тела, транспортной работы крови и поддержки кислотно-основного равновесия в организме.

Состав воды отражает экологическое состояние не только самого водного объекта, но и свидетельствует об экологическом благополучии контактирующих с водой почв, атмосферного воздуха. По результатам химического анализа вод и водных вытяжек почв и горных пород делается заключение о степени антропогенного влияния на территорию.

Вода – обязательное условие жизни. Вода входит в качестве неотъемлемого компонента в любой организм. Ей принадлежит важнейшая роль в строении и функционировании живой клетки. Процессы питания и метаболизма невозможны без воды. Водный баланс в системе живого организма так же важен, как и водный баланс в окружающей среде и биосфере в целом.

Гидросфера неразрывно связана с атмосферой и литосферой. Благодаря высокой подвижности и растворяющей способности вода проникает в различные природные образования, существуя в трех фазах: в газообразном, жидком, твердом состоянии. Вода находится в виде паров и облаков в земной атмосфере, формирует реки, озера, океаны и моря, в замороженном состоянии сосредоточена в высокогорных районах континентов и в виде мощных ледяных панцирей покрывают полярные участки суши. Через толщу осадочных пород просачиваются атмосферные осадки, образуя подземные воды.

Вода на Земле распределена следующим образом: в Мировом океане 1 370 323 км³ (94,2 %), в подземных водах 60 000 тыс. км³ (4,12 %), в ледниках – 24 000 тыс. км³ (1,65 %), в озерах – 230 тыс. км³ (0,016 %), почвенная влага – 75 тыс. км³ (0,005 %), пары атмосферы – 14 тыс. км³ (0,001 %), воды рек – 1,2 тыс. км³ (0,0001 %). Кажущиеся колоссальными запасы водных ресурсов планеты создают иллюзию их изобилия и

неисчерпаемости. Вместе с тем следует принимать во внимание, что только незначительная часть воды (около 0,02 %) доступна для практического использования. По мнению многих видных ученых, водный кризис уже охватил большую часть планеты, а к 2025 г. останется только 3 страны с достаточной обеспеченностью пресной водой: Бразилия, Канада и Россия.

Задание 1. Определите понятия «гидросфера, гидробионты, круговорот воды, водопотребление, бассейн реки, водоохранная зона, качество воды, вода питьевая, вода сточная, водоподготовка, очистка сточных вод, предельно допустимый сброс», используя доступные информационные ресурсы.

Вода – важнейший и самый распространенный минерал на Земле. Гидросфера включает Мировой океан, моря, реки, озера, болота, пруды, водохранилища, полярные льды, горные ледники, почвенную влагу и атмосферные пары. Водные ресурсы слагаются из статических (вековых) запасов и возобновляемых ресурсов. Ежегодно в круговороте на поверхности Земли участвует более 1 млн км³ воды, что составляет около 0,1 % объема вод активного водообмена. Циркуляция воды связана с механическим движением (потоки рек, океанические течения) и с изменением фазового состава, когда вода испаряется и переходит в атмосферу благодаря диффузионным конвективным потокам из поверхностных вод, почв и горных пород, растительности. При испарении воды происходит накопление ею энергии, которую она стремится вернуть, конденсируясь, и вода в виде осадков возвращается на Землю.

Задание 2. Обоснуйте значение воды, учитывая разные аспекты: а) Вода - геологический фактор, регулятор климата; б) Вода - основа жизни на Земле; в) Вода как фактор здоровья человека; г) Вода в хозяйственной деятельности человека.

Водно-экологические проблемы в полной мере отражают кризисную экологическую ситуацию. С учетом темпов роста численности человечества (за период с 1975 по 2000 гг. население земного шара увеличилось почти в 1,5 раза) и связанного с этим повышением общего расхода воды (суммарный расход воды в 1975 г. составлял 3000 м³, в 2000 г. – 6000 м³) можно ожидать превращения воды в стратегическое сырье, наличие которого будет определять развитие цивилизации.

Земля – «планета Воды». В самом деле, в мантии земного шара содержится 13–15 млрд км³ химически связанной воды; а объем воды, входящей в состав всех частей гидросферы планеты Земля, составляет еще около 1,5 млрд км³. Из них на долю морей и океанов приходится около 1 млрд 370 млн км³, а пресных и соленых вод суши – 48 млн км³. При этом количество пресной воды (т. е. такой, в которой содержание растворенных солей не превышает 1 г/дм³) составляет около 35 млн км³. Следует учитывать, что и эта цифра нуждается в комментариях, т. к. огромная часть пресной воды находится в труднодоступном для человека состоянии. Около 70 % ее существует в виде льдов, близкое к 30 % количество воды находится в подземных толщах. Речная сеть Земли включает только около 0,006 % всей пресной воды. Именно эта часть воды в наибольшей степени связана с жизнедеятельностью человека, она используется для бытового и промышленного водоснабжения, для орошения земель, в энергетике, в транспорте.

Задание 3. Человек обитает в значительно преобразованной или даже искусственной среде. Разум, как ранее живое вещество планеты, превратился в самостоятельную геологическую силу, воздействующую на все геосферы, а не только обитаемые территории. Составьте схему, иллюстрирующую использование человеком ресурсов гидросферы и влияние на нее

- Только 40 % населения Земли обеспечены качественной питьевой водой;
- По некоторым прогнозам, к 2032 г. более половины населения Земли будет испытывать нехватку воды, если сохранится тенденция технократического развития цивилизации;
- В Африке проживает 28 % населения мира, не имеющих доступа к водопроводу;
- Более 5 млн. человек в год умирает от болезней, связанных с употреблением недоброкачественной воды;
- В мире около 80 % болезней человека являются следствием потребления воды низкого качества, т. к. с водой в организм попадают патогенные микробы, тяжелые металлы, нитраты, фенолы, канцерогенные хлорорганические вещества и т. д.

Ущерб здоровью из-за использования загрязненной воды соизмерим с потерями от стихийных бедствий, голода, кризисных экологических ситуаций;

- Реки Хуанхэ (Китай), Ганг (Индия), Амударья и Сырдарья (Средняя Азия) являются самыми загрязненными в мире.

В плане действий Всемирного саммита по устойчивому развитию выдвинута инициатива о доступе к питьевой воде в развивающихся странах: к 2015 г. сократить долю населения, лишенного доступа к безопасной питьевой воде, в 2 раза. Усиливающееся загрязнение водных объектов делает проблему дефицита питьевой воды весьма серьезной. Не случайно период 2003–2013 гг. объявлен ЮНЕСКО десятилетием Чистой Воды.

Мировое потребление воды составляет сегодня столько же, сколько потребление остальных минеральных ресурсов. Удельное суточное потребление в России на душу населения, включающее нужды населения, нерациональное расходование, утечки и т. п. составляет 275–370 л. Для сравнения: в странах Евросоюза потребление воды находится в пределах 150–200 л в сутки на человека. Сюда входят: расход воды для питья и приготовления пищи – 5 %, для туалета – 43 %, душ и ванная – 34 %, мытье посуды – 5 %, уборка квартиры – 3 %, прочие расходы, включая полив газонов и мытье машины – 5 %.

Задание 4. Продолжите составленный известной общественной организацией Greenpeace список рекомендаций, выполнение которых способствует экономии воды, а значит сохранению этого ресурса устойчивого развития

1. Почините или замените все протекающие краны. Неисправный кран за сутки может «накапать» 30–200 литров воды! Старайтесь плотно закрывать кран.

2. При выборе смесителей – отдайте предпочтение рычаговым. Они быстрее смешивают воду, чем смесители с двумя кранами, а значит, меньше уходит воды «впустую», когда вы подбираете оптимальную температуру воды.

3. На время, когда вы чистите зубы, выключайте воду. Чтобы ополоснуть рот, достаточно стакана с водой.

4. Из сливного бачка в унитаз может постоянно течь вода. Из-за подобных протечек теряются десятки литров воды ежедневно. Старайтесь следить за состоянием сантехники в своей квартире и вовремя устранять неисправности.

Задание 5. Ресурсы пресной воды распределены неравномерно, и часто в районах с интенсивной хозяйственной деятельностью ее не хватает. Недостаток и истощение водных ресурсов, их загрязнение – серьезная экологическая проблема, связанная с рядом причин, главные из которых указаны ниже. Выберите из них те, которые, на ваш взгляд, актуальны для нашего региона. Какие меры могут улучшить ситуацию?

Причины истощения и загрязнения пресной воды	Актуальность для Сибири		Проблема может быть решена на уровне	
	Да	Нет	общегосударственном	региональном
Неравномерное распределение воды во времени и пространстве				
Рост потребления воды				
Потери воды при транспортировке и использовании				
Интенсивный отбор воды из водоисточника				
Разработка месторождений полезных ископаемых. Водоотлив из шахт, штолен				
Урбанизация территорий (жилая застройка,				

энергетические объекты, свалки отходов)				
Сброс сточных вод				
Сельскохозяйственная деятельность				
Загрязнение атмосферы				

Опыт №1. Определение органолептических характеристик воды

1. Определение запаха

1. Заполните колбу водой на 1/3 объема и закройте пробкой.
2. Взболтайте содержимое колбы.
3. Откройте колбу и осторожно, неглубоко вдыхая воздух, сразу же определите характер и интенсивность запаха. Если запах сразу не ощущается или запах неочетливый, испытание можно повторить, нагрев воду в колбе до температуры 60° (подержав колбу в горячей воде). Интенсивность запаха определите по пятибалльной системе согласно таблице 1.

Таблица 1 Определение интенсивности запаха

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Сразу не ощущается, но обнаруживается при тщательном исследовании (при нагревании воды)	1
Слабая	Запах замечается, если обратить на это внимание	2
заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобренный отзыв о воде	3
Отчетливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

Характер запаха определите по таблице 2.

Таблица 2 Определение характера запаха

Характер запаха	
Естественного происхождения: неочетливый (или отсутствует) землистый гнилостный плесневой торфяной травянистый другой (укажите какой)	Искусственного происхождения: неочетливый (или отсутствует) нефтепродуктов (бензиновый) хлорный уксусный фенольный другой (укажите какой)

2. Определение цветности

1. Заполните пробирку водой до высоты 10-12 см.
2. Определите цветность воды, рассматривая пробирку сверху на белом фоне при достаточном боковом освещении (дневном, искусственном).
3. Выберите из таблицы 3 наиболее подходящий оттенок

Цветность воды
Слабо-желтоватая
Светло-желтоватая
Желтая
Интенсивно-желтая
Коричневатая
Красно-коричневатая

Другая (укажите какая)

3. Определение мутности

1. Заполните пробирку водой до высоты 10-12 см.
2. Определите мутность воды, рассматривая пробирку сверху на темном фоне при достаточном боковом освещении (дневном, искусственном). Выберите нужное из таблицы Таблица 4.

Мутность воды
Слабо опалесцирующая
Опалесцирующая
Слабо мутная
Мутная
Очень мутная

Опыт №2. Грязная или чистая вода?

Наполните пробирку водой. Добавьте в нее немного раствора перманганата калия. Что наблюдаете? Если цвет раствора остался розовый – вода чистая, если он обесцветился – вода грязная. На основании наблюдений сделайте вывод о том, какая у Вас вода.

Опыт №3. Очистка воды от СМС (синтетических моющих средств)

В пробирку налейте 2 мл раствора СМС, нагрейте и добавьте поваренную соль до насыщенного раствора. По мере насыщения раствора поваренной солью растворимость СМС уменьшается. СМС всплывет над прозрачной жидкостью в виде твердых творожистых хлопьев, которые можно собрать или отфильтровать.

Характеристика	Вывод (словесное описание)
Запах	
Цветность	
Мутность	
Чистота	
Наличие СМС	

Занесите полученные результаты в таблицу 5.

Сделайте выводы об экологическом состоянии источника, из которого была взята проба.

Форма отчетности:

Формой отчетности по лабораторной работе является Отчет, который должен содержать цель работы, оборудование и материалы, порядок выполнения, расчеты, результаты, выводы.

Основная литература

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.
3. [Боголюбов, С. А.](#) Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст] : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 398 с.

Дополнительная литература

1. [Федорова, А. И.](#) Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.
2. [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
3. [Константинов, В. М.](#) Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.
4. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.
5. [Варданян, М. А.](#) Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : практикум / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2016. - 146 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каковы, по вашему мнению, главные причины водно-экологического кризиса? В каких странах уже сейчас запасы пресной воды стали лимитирующим фактором развития не только в экосистемах, но и в социальной сфере и экономике?

2. Основной объем пресной воды сосредоточен:

- а) в ледниках;
- б) во влаге атмосферного воздуха;
- в) в пресных озерах;
- г) в подземных водах.

3. Что означает термин «цветение воды»:

- а) период, когда расцветают кувшинки, водяные лилии;
- б) зарастание берегов водоема прибрежными растениями, разные сроки цветения которых обеспечивают продолжительный период красивого оформления береговой линии;
- в) массовое развитие сине-зеленых водорослей из-за избытка азота и фосфора, поступающего в водоем со сточными водами.

4. В газете опубликована статья «Босфор без воды», суть которой в следующем. В некоторых регионах чистая вода – уже проблема. Реки Тигр и Евфрат берут начало в Турции, а до Сирии их воды доходят загрязненными и оскудевшими. Разгорается конфликт: арабы считают, что попали в зависимость от турецкой воды и предлагают рассматривать реки Тигр и Евфрат как международное достояние.

За последнее 10-летие в мире на $\frac{1}{2}$ уменьшились запасы чистой пресной воды. Ожидается, что скоро температура воды повысится еще на 4 °С, а через 200 лет побережье превратится в Сахару. В Турции написан 2-метровый холст с высохшим Мраморным морем. Изображенные на нем дети просят воды, пусты пляжи Анталии.

Изложите свои мысли по поводу поднятой автором проблемы. В ответе следует использовать соответствующие понятия экологии и, опираясь на факты общественной жизни, науки и собственный жизненный опыт, привести необходимые аргументы (не менее двух) в обоснование своей позиции.

5. Что сохраняет устойчивые диапазоны температур на нашей планете? Жизнь. Это зеленые растения, превращающие углекислый газ в органические вещества, а также триллионы и триллионы мельчайших морских организмов (фораминиферы, кокколиты, известковые водоросли). Они захватывают углерод из CO_2 , растворенного в воде, и используют его, наряду с другими веществами, для построения своих раковин. Погибая, эти морские организмы попадают на дно, где спрессовываются в известняк CaCO_3 . В осадочных породах на Земле в связанном виде удерживается примерно в 20 000 раз больше углерода, чем содержится в атмосфере.

Как связаны повышение средней температуры Земли, круговорот углерода и процессы, протекающие в гидросфере?

6. Какие из приведенных ниже утверждений являются, по вашему мнению, ложными, а какие – истинными:

- а) при стирке белья полоскать лучше в проточной воде;
- б) использование посудомоечных машин – хоть и более дорогой, но эффективный способ экономии воды и электроэнергии при мытье большого количества посуды;
- в) при использовании рычаговых смесителей меньше воды уходит «впустую» при подборе оптимальной температуры воды;
- г) избежать больших потерь воды можно, если принимать ванну, а не душ.

7. Существует проблема защиты гидросферы от воды, сливаемой системами охлаждения кораблей. Утечка даже одного литра нефтепродуктов в водный бассейн наказывается большим штрафом. В то же время ежедневно на каждом судне накапливается до трех тонн воды, от которой надо избавляться. Концентрация нефти в воде, которую сбрасывают в открытый океан, не должна превышать 100 мг/л. Если же море закрытое, к

примеру, Балтийское или Средиземное, то предельное количество не больше 15 мг/л, а в Финском заливе сброс нефтепродуктов вообще запрещен. Как предотвратить попадание следов нефти в море (как их удалить из сливной воды)?

8. Одна из развивающихся стран ввозила из индустриальных держав на свою территорию для захоронения радиоактивные отходы, которые сбрасывали в контейнерах в океан. Независимые эксперты установили, что такой способ захоронения вскоре приведет к радиоактивному загрязнению существенной части Мирового океана. В рамках каких из глобальных проблем современности можно рассматривать эти события? Аргументируйте свой ответ.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. [Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»](#)
2. [Университетская информационная система «Россия»](#)
3. [Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов](#)
4. [Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов](#)
5. ОС Windows 7 Professional;
6. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
7. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Лк	Комплексная лаборатория лесного хозяйства, таксации леса и древесиноведения	Интерактивная доска торговой марки Promethean модель Activ Board 587 Pro с настенным креплением и программным обеспечением Promethean Activin-Spire, проектор мультимедийный торговой марки «GASIO»	-
ПЗ	Комплексная лаборатория лесного хозяйства, таксации леса и древесиноведения	-	1-5
СР	ЧЗ1	Оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-3	готовность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды	1. Роль экологии в современном обществе.	1.1. Предмет и задачи экологии. Организм и факторы среды. Экология популяций	Вопросы к зачету №1-14
		2. Экосистемы	2.1 Экосистемы. Развитие экосистем. Сукцессии. Биосфера как глобальная экосистема	Вопросы к зачету №15-27
ПК-4	готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также выбирать технические средства и технологии с учетом экологических процессов их применения	3. Загрязнение окружающей среды	3.1. Загрязнение атмосферного воздуха. Здоровье человека	Вопросы к зачету №28-44
			3.2. Глобальные экологические проблемы	Вопросы к зачету №45-54

2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-3	готовность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты	<p>1. Объект изучения экологии как науки.</p> <p>2. Постоянно меняющиеся естественные условия среды обитания человека и уровень использования обществом природных ресурсов.</p> <p>3. Природа – как замкнутая самостоятельная, саморазвивающаяся система, поддерживающая состояние равновесия без вмешательства</p>	1. Роль экологии в современном обществе.

		окружающей среды	<p>человека.</p> <p>4. Связь экологии с естественными и гуманитарными науками.</p> <p>5. Организм и факторы среды</p> <p>6. Влажность как экологический фактор адаптации организмов</p> <p>7. Температура как основной экологический фактор. Адаптации к низким и высоким температурам.</p> <p>8. Экология популяций</p> <p>9. Типы взаимоотношений между видами в сообществах.</p> <p>10. Разнообразие популяций, их свойства и границы.</p> <p>11. Географическая изменчивость популяций и ее адаптивная природа.</p> <p>12. Демографическая структура популяций.</p> <p>13. Динамика численности в популяциях.</p> <p>14. Экологический механизм эволюции организмов.</p> <p>15. Пространственная структура экосистем.</p> <p>16. Экосистемы Мирового океана.</p> <p>17. Экосистемы континентальных вод.</p> <p>18. Аридные экосистемы: степи, пустыни, саванны.</p> <p>19. Экосистемы умеренных и высоких широт (тайга, тундра)</p> <p>20. Микроорганизмы в агроэкосистемах</p> <p>21. Беспозвоночные животные в агроэкосистемах.</p> <p>22. Деструкция в агроэкосистемах; обзор процессов и редуцентов.</p> <p>23. Обзор абиотических факторов, воздействующих на агроэкосистему.</p> <p>24. Сорняки в агроэкосистемах; происхождение, классификация, адаптивные свойства; аллелопатия.</p> <p>25. Луговые пастбища как разновидность агроэкосистемы.</p> <p>26. Биосфера как глобальная экосистема</p>	
				2. Экосистемы
2.	ПК-4	готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также	<p>27. Международная сеть биосферных заповедников</p> <p>28. Перечислите основные свойства атмосферы.</p> <p>29. Назовите основные загрязняющие атмосферу вещества и их источники.</p> <p>30. В чем сущность и механизмы проявления «парникового эффекта»?</p> <p>31. Какие газы относятся к «парниковым»?</p>	3. Загрязнение окружающей среды

		<p>выбирать технические средства и технологии с учетом экологических процессов их применения</p>	<p>32. Какие факты подтверждают наличие «парникового эффекта»?</p> <p>33. Какие факторы действуют в направлении, противоположном «парниковому эффекту»?</p> <p>34. Назовите основные источники поступления парниковых газов в атмосферу.</p> <p>35. Что является причинами и следствиями изменений в содержании озона?</p> <p>36. Какие атмосферные осадки относят к категории кислых?</p> <p>37. Какие вещества и виды деятельности человека обуславливают основной «кислотный эффект» осадков?</p> <p>38. В чем проявляется действие кислых осадков на воды, почву, растительный покров?</p> <p>39. В каких районах и условиях кислые осадки наиболее вероятны и где наиболее вероятен их отрицательный эффект?</p> <p>40. Перечислите известные вам меры по охране атмосферного воздуха.</p> <p>41. Факторы, влияющие на здоровье и продолжительность жизни человека.</p> <p>42. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения</p> <p>43. Основные химические примеси, загрязняющие атмосферу</p> <p>44. Общемировые выбросы в атмосферу главных загрязнителей</p> <p>45. Глобальные экологические проблемы</p> <p>46. Загрязнение окружающей среды (почв, атмосферы, гидросферы)</p> <p>47. Органическое ископаемое топливо и альтернативная энергетика.</p> <p>48. «Демографический взрыв» и урбанизация.</p> <p>49. Обзор растительных ресурсов и проблемы их рационального использования.</p> <p>50. Водные ресурсы: обзор мировых запасов, глобальных и региональных проблем использования.</p> <p>51. Ресурсы животного мира, проблемы использования.</p> <p>52. Проблема утраты биоразнообразия.</p> <p>53. Проблемы отходов: технологии обращения и законодательство.</p>	
--	--	--	---	--

		54.	Климатические агроклиматические ресурсы.	и	
--	--	-----	---	---	--

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия, термины и законы структурной и функциональной организации надорганизменных биосистем; - основные компоненты лесных и урбоэкосистем: растительный и животный мир, почвы; - свойства лесных экосистем; - последствия проведения сплошных и не сплошных рубок с применением агрегатной техники, нормативы на сохранность подроста в различных лесорастительных условиях; - виды неблагоприятных воздействий на леса, способы борьбы с ними или снижения их воздействия (влияние пожаров, вредителей, болезней и промышленных выбросов на лесную среду); - виды и масштабы воздействия на водные ресурсы; <p>(ПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные глобальные и региональные экологические проблемы и причины их возникновения; - проблемы сохранения биоразнообразия и принципы организации экологически грамотного природопользования. - основные условия устойчивого состояния экосистем и причинах возникновения экологического кризиса; - основные природные ресурсы России и мониторинг окружающей среды; - экологические принципы рационального природопользования; - изменения в окружающей среде, научно-технические и эколого-технологические проблемы, связанные со строительством водохранилищ; 	<p>зачтено</p>	<p>Знает основные понятия, термины и законы структурной и функциональной организации надорганизменных биосистем; основные компоненты лесных и урбоэкосистем: растительный и животный мир, почвы; свойства лесных экосистем; последствия проведения сплошных и не сплошных рубок с применением агрегатной техники, нормативы на сохранность подроста в различных лесорастительных условиях; виды неблагоприятных воздействий на леса, способы борьбы с ними или снижения их воздействия (влияние пожаров, вредителей, болезней и промышленных выбросов на лесную среду); виды и масштабы воздействия на водные ресурсы; современные глобальные и региональные экологические проблемы и причины их возникновения; проблемы сохранения биоразнообразия и принципы организации экологически грамотного природопользования; основные условия устойчивого состояния экосистем и причинах возникновения экологического кризиса; основные природные ресурсы России и мониторинг окружающей среды; экологические принципы рационального природопользования; изменения в окружающей среде, научно-технические и эколого-технологические проблемы, связанные со строительством водохранилищ; последствия влияния плавающей и затопленной древесины на водные объекты;</p> <p>Умеет использовать основные законы экологии в практической деятельности при решении профессиональных задач; исследовать компоненты лесных биоценозов; давать оценку воздействия на окружающую среду негативных техногенных факторов; использовать экологические методы исследования в природных и искусственных</p>

<p>- последствия влияния плавающей и затопленной древесины на водные объекты;</p> <p>Уметь (ОПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать основные законы экологии в практической деятельности при решении профессиональных задач; - исследовать компоненты лесных биоценозов; - давать оценку воздействия на окружающую среду негативных техногенных факторов; <p>(ПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать экологические методы исследования в природных и искусственных биосистемах; 		<p>биосистемах; принимать решения практического характера с целью экологической оптимизации природопользования; применять знания экологических законов функционирования природных экосистем для повышения уровня экологического сознания населения. Владеет основными методами определения показателей продуктивности, устойчивости и видового разнообразия лесных фитоценозов; навыками, необходимыми для освоения теоретических основ и методов экологии; методами планирования и проведения экологических исследований.</p>
<p>Владеть (ОПК-3):</p> <p>- основными методами определения показателей продуктивности, устойчивости и видового разнообразия лесных фитоценозов.</p> <p>(ПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками, необходимыми для освоения теоретических основ и методов экологии; - методами планирования и проведения экологических исследований. 	<p>не зачтено</p>	<p>Не освоил содержание дисциплины; основные понятия, термины и законы организации надорганизменных биосистем; компоненты лесных и урбоэкосистем: растительный и животный мир, почвы; свойства лесных экосистем; не умеет выполнять поиск и анализ необходимой научно-технической информации.</p>

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Экология направлена на формирование у обучающихся представлений о сложности, связности и функционировании биологических надорганизменных систем и их взаимодействии со средой; ознакомление с принципами и концепциями современной экологии, изучение основных понятий о взаимодействии живых систем с окружающей средой на уровне особи, популяции и экосистемы; усвоение основных процессов в надорганизменных живых системах, происхождение этих систем, их развитие и разнообразие; получение знаний о современных глобальных и региональных экологических проблемах и понимание причин их возникновения; определение роли человека в обеспечении стабильного функционирования популяций, экосистем, биосферы; приобретение навыков использования теоретических знаний в практической деятельности.

Изучение дисциплины экология и охрана природы предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы;
- самостоятельную работу обучающихся;
- зачет.

В ходе освоения раздела 1 Роль экологии в современном обществе студенты должны уяснить предмет и задачи экологии, организм и факторы среды, экологию популяций.

В ходе освоения раздела 2 Экосистемы студенты должны уяснить понятия экосистем, их развитие, сукцессии, биосферу как глобальную экосистему.

В ходе освоения раздела 3 Загрязнение окружающей среды студенты должны уяснить причины загрязнения атмосферного воздуха, снижения здоровья человека, глобальные экологические проблемы.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на факторы, обуславливающие экологические проблемы, экологические проблемы глобального характера.

Овладение ключевыми понятиями является определяющим в освоении дисциплины.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: 1. Экосистемы; 2. Биосфера; 3. Экология популяций.

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления об экологических проблемах и способах их устранения.

Самостоятельную работу необходимо начинать с повторения лекционного курса, методических рекомендаций лабораторных работ.

В процессе консультации с преподавателем необходимо подготовить максимальное количество вопросов, возникающих в процессе освоения дисциплины.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде лекционных занятий, лабораторных работ) в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины

Экология

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: формирование у обучающихся представлений о сложности, связности и функционировании биологических надорганизменных систем и их взаимодействии со средой; ознакомление с принципами и концепциями современной экологии.

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучить экологические функции и значимость лесов, экологические факторы, влияющие на жизнь леса;
- изучить последствия проведения сплошных и не сплошных рубок с применением агрегатной техники, нормативы на сохранность подроста в различных лесорастительных условиях;
- изучить виды неблагоприятных воздействий на леса, способы борьбы с ними или снижения их воздействия (влияние пожаров, вредителей, болезней и промышленных выбросов на лесную среду);
- изучить ответственность лесопользователей за нарушение лесохозяйственных требований;
- изучить виды и масштабы воздействия на водные ресурсы;
- освоить изменения в окружающей среде, научно-технические и эколого-технологические проблемы, связанные со строительством водохранилищ;
- изучить последствия влияния плавающей и затопленной древесины на водные объекты.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк-4 час.; ЛР – 6 час.; СР-94 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единицы

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Роль экологии в современном обществе.
- 2 - Экосистемы
- 3 - Загрязнение окружающей среды

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 - готовность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды

ПК-4 - готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также выбирать технические средства и технологии с учетом экологических процессов их применения.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры №____ от «__» _____ 20__ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.03.02. Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств от « 01 » октября 2015 г. № 1082

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «04» декабря 2015 г. № 770

для набора 2016 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429

для набора 2017 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «12» марта 2018 г. №130

Программу составил:

Пузанова Ольга Анатольевна, доцент, к.с-х.н. _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ВиПЛР

от «25» декабря 2018 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой ВиПЛР _____ В.А.Иванов

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____ В.А. Иванов

Директор библиотеки _____ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЛПФ факультета

от «27» декабря 2018 г., протокол № 4

Председатель методической комиссии факультета _____ С.М. Сыромаха

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____