МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

П.В. АЛБОРОВА, А.Х. КОЗЫРЕВ,
Л.М. БАЗАЕВА, Д.К. ХАНАЕВА

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

учебно-методическое пособие
для практических занятий для студентов факультета
механизации сельского хозяйства по направлению
подготовки 35.03.06 - Агроинженерия

Владикавказ, 2022

УДК 631.95 (043)
ББК 41.2 Я7

Составители: **Алборова П.В., Козырев А.Х., Базаева Л.М., Ханаева Д.К.**

Рецензент: **А.А. Абаев,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО ГГАУ.

Алборова П.В., Козырев А.Х., Базаева Л.М., Ханаева Д.К. Инженерная экология: учебно-методическое пособие для практических занятий / П.В. Алборова, А.Х. Козырев, Л.М. Базаева, Д.К. Ханаева / – Владикавказ: Издательство ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет». 2022. – 104 с.

Учебно-методическое пособие по дисциплине «Инженерная экология» составлено в соответствии с действующей программой и содержит теоретический материал для практических занятий. Каждая тема снабжена вопросами для самоконтроля. Учебно-методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 – Агроинженерия. Данное издание подготовлено по дисциплине «Инженерная экология» в соответствии с Федеральным государственным стандартом высшего образования по направлениям подготовки 35.03.06 - Агроинженерия от 23 августа 2017 г. № 813 г.

Рекомендовано Центральным учебно-методическим советом ФГБОУ ВО Горский ГАУ в качестве учебно-методического пособия для практических занятий по инженерной экологии 30 июня 2022 г., протокол № 9.

©Алборова П.В., Козырев А.Х., Базаева Л.М., Ханаева Д.К.., 2022
© Издательство ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2022

ВВЕДЕНИЕ

Гармоничное развитие природы и техники стало возможно только в результате научно обоснованного компромисса между объектами природы и социальной деятельностью человека. Ответственность за такой компромисс возлагается на инженерную экологию – многопрофильную область знаний о законах природосберегающего формирования техносферы и ее сбалансированного экологически безопасного развития.

Инженерная экология стоит в этико-философском отношении на позициях антропоцентризма и близко приближается к экологии человека (антропоцентризм – признание интересов процветания человечества первостепенными).

С целью достижения максимальной экологической безопасности хозяйственной деятельности человека и снижения риска антропогенного воздействия на окружающую среду, специалисты в этой области знаний – инженеры-экологи – осуществляют разработку, проектирование, наладку, эксплуатацию и совершенствование природоохранной техники и технологии, организуют природоохранную работу на предприятиях и территориально-промышленных комплексах, проводят экспертизу проектов, технологий и производств, осуществляют сертификацию продукции.

Инженерная экология ограничена временными рамками и размахами производственных акций: кратковременное действие может быть относительно безопасным, а длительное – опасным; изменение в локальных рамках практически безобидное, а широкомасштабное – фатальное. Сила воздействия иногда может не иметь решающего значения для многих факторов (направлений воздействия некоторых пестицидов, биологических агентов). Практически нет нижнего безопасного предела концентрации, особенно при длительном воздействии, в результате она не влияет на живущие поколения, но будут страдать их потомки. В связи с этим особенно возрастает роль науки экологии как теоретической основы инженерной экологии, в том числе на объектах АПК.

Предметом изучения инженерной, прикладной, экологии являются, прежде всего, ситуации, в которых оказываются природные объекты в процессе хозяйственной деятельности человека.

Совершенствование агропромышленного производства непосредственным образом связано с использованием природных ресурсов, развитием трудовых процессов, обуславливающих накопление материальных благ в обществе. В этих условиях резко возрастает роль отраслевой инженерной экологии, призванной на основе оценке степени вреда, приносимого природе, создавать такие методы и формы управления производством, которые обеспечивали бы его функционирование, не нарушая механизмов саморегуляции объектов биосферы и естественного природного баланса, разрабатывать и совершенствовать технические средства защиты окружающей среды, развивать безотходные и малоотходные технологии.

Любая сфера развития производства имеет экологическое измерение, отражает взаимодействие технических и природных комплексов и является объектом для изучения инженерной экологией.

Сельскохозяйственное производство в экологическом отношении обусловливает проявление некоторых процессов, выражающихся в загрязнении поверхностных и грунтовых вод, эрозии почв и деградации естественных ландшафтов. Механизация внесения реакционно-активных удобрений без соответствующих предупредительных и охранных мероприятий способствует снижению запасов гумуса в почве и ее общего плодородия. Важнейшей задачей аграрной науки является разработка и совершенствование технологий, которые позволяли бы получать сельскохозяйственную продукцию с содержанием радионуклидов в безопасных для здоровья человека количествах, решать экологические проблемы.

Все это требует постоянного мониторинга за экологически неблагоприятными процессами, происходящими в АПК, необходимость разработки мер по обеспечению экологической безопасности функционирования объектов АПК, формированию экологического мировоззрения и воспитанию специалиста, способного реализовать требования современного агропромышленного производства с учетом природоохранных мероприятий.

Практическое занятие 1.

ЗАКОНЫ ЭКОЛОГИИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель занятия: *ознакомиться с основными законами экологии, изучить закономерности изучаемых процессов и их значение в сельскохозяйственном производстве и инженерной защите окружающей среды.*

Инженерная защита окружающей среды (она же экологическая инженерия, инженерная экология, природоохранная инженерия (англ. environmental engineering)) – совокупность научных и инженерных принципов по улучшению природной среды, обеспечивающих чистую воду, воздух и землю для обитания человека и других организмов, а также по очистке загрязненных участков. В процессе бытовой и производственной деятельности человеческое общество неизбежно влияет на окружающую среду, которая немедленно или через определенный промежуток времени реагирует на это влияние и оказывает обратное положительное, а чаще отрицательное действие. Главная причина загрязнения биосферы - это ресурсоемкие и загрязняющие технологии переработки и использования сырья, которые приводят к огромному накоплению отходов и к необходимости защиты всех природных сфер.

В связи с этим, в дальнейшем необходимо внедрение технологических процессов, дающих минимальные выбросы, при которых самоочищающаяся способность природы в достаточной степени будет препятствовать возникновению необратимых экологических изменений.

Основными направлениями инженерной защиты окружающей среды от загрязнения и других видов антропогенных воздействий являются внедрение ресурсной технологии, биотехнологий, утилизации и детоксикации отходов, а главное – экологизация всего производства, при котором обеспечивалось бы включение всех видов взаимодействия с окружающей средой в естественные циклы круговорота веществ. Эти принципиальные направления основаны на цикличности материальных ресурсов и заимствованы у природы, где действуют замкнутые циклические процессы.

Природоохранной является любая деятельность, направленная на сохранение качества окружающей среды на уровне, обеспечивающем устойчивость биосферы.

Как и любая наука, экология выявляет закономерности протекания изучаемых процессов и формулирует их в виде кратких логических и проверенных практикой положений – законов. Понимание законов экологии и соблюдение их в сельскохозяйственном производстве позволит рационально пользоваться природными ресурсами. Задачи экологии должны быть непосредственно связаны с тем, чтобы на основе понимания законов природы инженер-эколог мог свести к минимуму негативное влияние на природу разрабатываемого им объекта. А основная задача в области сельского хозяйства сегодня, – это обуздать закон убывающего плодородия Либиха на основе экологических подходов к развитию земледелия, растениеводства и животноводства, направленных на сближение основных принципов функционирования агросистем и естественных систем, с разумным использованием опыта природы и формируемой системы (ландшафта) в гармонии с поступающей от солнца энергией.

Основные законы экологии:

Закон биогенной миграции атомов (В.И.Вернадского): миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется при непосредственном участии живого вещества – биогенная миграция, или же она протекает в среде, геохимические особенности (O_2, CO_2, H_2 и т.д.) которой обусловлены живым веществом. Согласно этому закону, понимание общих химических процессов, протекавших и протекающих в слоях биосферы невозможно без учета биотических факторов, в том числе и эволюционных.

Закон физико-химического единства живого вещества: общебиосферный закон – живое вещество физико-химически едино; при всей разнокачественности живых организмов они настолько физико-химически сходны, что вредное для одних не безразлично для других (например, загрязнители).

Принцип Реди: живое происходит только от живого, между живым и неживым веществом существует непроходимая граница, хотя и имеется постоянное взаимодействие.

Закон единства «организм – среда»: жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом и информацией на базе

потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих ее организмов. Организмы не в состоянии существовать без контакта с окружающей средой и другими населяющими ее организмами.

Закон необратимости эволюции Л. Полло: организм (популяция, вид) не может вернуться к прежнему состоянию, уже осуществленному в ряду его предков, даже вернувшись в среду их обитания.

Вместе с общепринятыми законами экологии существует ряд законов, которые непосредственно оказывают влияние на сельскохозяйственное производство (растениеводство, животноводство и др. отрасли). Эти законы необходимо рассмотреть более подробно.

Закон ограничивающего фактора (закон минимума Ю. Либиха), который гласит, что наиболее значим тот фактор, который больше всего отклоняется от оптимальных для организма значений и от него зависит в данный момент выживание особей. Более того, веществом, присутствующим в минимуме управляется рост и развитие, как культурных растений, так и сельскохозяйственных животных.

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 угнетен или вообще невозможен. Если мы теперь добавим в почву нужное количество бора, это приведет к увеличению урожая. Но если мы будем вносить любые другие химические соединения (например, азот, фосфор, калий) и даже добьемся того, что все они будут содержаться в оптимальных количествах, а бор будет отсутствовать, это не даст никакого эффекта. Точно так же, если кислотность (pH) почвы отклоняется от оптимума, например для озимой ржи, то никакие агротехнические мероприятия, кроме снижающего кислотность известкования, не помогут существенно увеличить урожайность этой культуры на данном поле. Закон минимума Либиха относится ко всем влияющим на организм абиотическим и биотическим факторам. Сформулированный закон применим как к растениям, так и животным.

Однако, как показал В. Шелфорд (1913), лимитирующим фактором может быть не только недостаток, но и избыток факторов, таких как, например, тепло, свет и вода. Представление о лимитирующем влиянии максимума наравне с минимумом он сформулировал в *законе толерантности (В. Шелфорда):* лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми

определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору. Благодаря данному закону с начала XX века были проведены многочисленные исследования и стали известны пределы существования для многих растений и животных.

Закон оптимума: любой экологический фактор имеет определенные пределы положительного влияния на живые организмы. Данный закон вытекает из предыдущих двух законов, однако подчеркивает важность оптимальных значений экологических факторов на жизнедеятельность живых организмов.

Закон (принцип) исключения Гаузе: два вида не могут существовать в одной и той же местности, если их экологические потребности идентичны, т.е. если они занимают одну и ту же экологическую нишу.

В 1974 г. Б. Коммонер выдвинул ряд положений, которые сегодня называют законами экологии: 1) все связано со всем; 2) все должно куда-то деваться; 3) природа «знает» лучше; 4) ничто не дается даром.

Первый закон «Все связано со всем» отражает существование сложнейшей сети взаимодействий в природе. Он предостерегает человека от необдуманного воздействия на отдельные части экосистем, что может привести к непредвиденным последствиям.

Второй закон «Все должно куда-то деваться» вытекает из фундаментального закона сохранения материи. Он позволяет по-новому рассматривать проблему отходов материального производства. Огромные количества веществ извлечены из Земли, преобразованы в новые соединения и рассеяны в окружающей среде без учета того факта, что «все куда-то девается». И как результат – большие количества веществ зачастую накапливаются там, где по природе их не должно быть.

Третий закон «Природа знает лучше» исходит из того, что «структура организма нынешних живых существ или организмов современной природной экосистемы – наилучшие в том смысле, что они были тщательно отобраны из неудачных вариантов и что любой новый вариант, скорее всего, будет хуже существующего ныне». Этот закон призывает к тщательному изучению естественных био- и экосистем, сознательному отношению к преобразующей деятельности. Без точного знания последствий преобразования природы недопустимы никакие ее «улучшения».

Четвертый закон «Ничто не дается даром», объединяет предшествующие три закона, потому что биосфера как глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которой ничего не может быть выиграно или потеряно и которая не может являться объектом всеобщего улучшения; все, что было извлечено из нее человеческим трудом, должно быть возмещено. Платежа по этому векселю нельзя избежать, он может быть только отсрочен.

Задание. Установить стрелками соответствие между формулировкой и содержанием основных законов экологии.

Формулировка закона	Содержание закона
Первый закон Коммонера: Все связано со всем	A. Природа не может являться объектом всеобщего улучшения, в ней ничего не может быть только выиграно или потеряно. Всё, что было извлечено из биосферы человеческим трудом, должно быть возмещено.
Второй закон Коммонера: Всё должно куда-то деваться	B. Не имея полной и достоверной информации о механизмах и функциях природы, человек легко вредит природным системам при попытках их улучшить.
Третий закон Коммонера: Природа «знает» лучше	C. Ничто в природе не исчезает бесследно, то или иное вещество просто перемещается с места на место, переходит из одной молекулярной формы в другую, влияя при этом на жизненные процессы живых организмов
Четвёртый закон Коммонера: Ничто не дается даром	D. В природе существует всеобщая связь процессов и явлений. Изменение одного из показателей системы вызывает функционально-структурные количественные и качественные перемены, при этом общая сумма вещественно-энергетических качеств сохраняется
Закон толерантности (закон экологического оптимума) В. Шелфорда	E. Наиболее значим для организма тот фактор, который более всего отклоняется от оптимального его значения.
Закон минимума(закон лимитирующего фактора) Юстуса Либиха	F. Благополучие вида определяется лимитирующими факторами, находящимися не только в минимуме, но и в максимуме. Диапазон между минимумом и максимумом экологического фактора определяет пределы толерантности организма к данному фактору.

Практическое занятие 2.

БИОСФЕРА И ЕЕ СТРУКТУРА

Цель занятия: *Ознакомиться с понятием «биосфера», ее развитием; освоить структуру и вещественный состав биосферы; изучить роль живого вещества в биосфере. Изучить основные понятия в экологии и характеристику факторов среды и их влияние на живые организмы,*

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

Термин «биосфера» впервые был употреблен французским биологом Ж.Б. Ламарком (1744-1829) и австрийским геологом Э. Зюссом (1831-1914), но более глубоко его изучил в 20-х годах XX столетия русский ученый Владимир Иванович Вернадский (1863-1945).

Биосфера включает всю гидросферу, верхнюю часть литосферы и нижнюю часть атмосферы, т.е. те части планеты, которые заселены живыми организмы. Следовательно, в ней господствуют 3 фазы вещества: твердое (*литосфера*), жидкое (*гидросфера*) и газовое (*атмосфера*).

Атмосфера – наиболее легкая оболочка Земли, которая граничит с космическим пространством; через атмосферу осуществляется обмен вещества и энергии с космосом. Атмосфера имеет несколько слоев: *тропосфера* – нижний слой, примыкающий к поверхности Земли (высота 9–17 км). В нем сосредоточено около 80% газового состава атмосферы и весь водяной пар; *стратосфера*; *ионосфера* – там “живое вещество” отсутствует. Преобладающие элементы химического состава атмосферы: N_2 (78%), O_2 (21%), CO_2 (0,03%).

Гидросфера – водная оболочка Земли. Вследствие высокой подвижности вода проникает повсеместно в различные природные образования. Преобладающие элементы химического состава гидросферы: Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Cl^-, S, C.

Литосфера – внешняя твердая оболочка Земли, состоящая из осадочных и магматических пород. В настоящее время земной корой принято считать верхний слой твердого тела планеты, расположенный выше сейсмической границы. Поверхностный слой литосферы, в котором осуществляется взаимодействие живой материи с

минеральной (неорганической), представляет собой почву. Остатки организмов после разложения переходят в гумус (плодородную часть почвы). Составными частями почвы служат минералы, органические вещества, живые организмы, вода, газы. Преобладающие элементы химического состава литосферы: O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K.

Ведущую роль выполняет кислород, на долю которого приходится половина массы земной коры и 92% ее объема, однако кислород прочно связан с другими элементами в главных породообразующих минералах.

Верхняя граница биосферы замыкается озоновым слоем и охватывает всю тропосферу и нижнюю часть стратосферы, достигая в среднем до 25 км от поверхности Земли. Озоновый слой защищает живые организмы от губительного ультрафиолетового излучения Солнца. Озоновый экран является продуктом живого вещества, поскольку образуется за счет кислорода.

Внизу биосферу окружают метаморфические породы и гранитная оболочка, т.е. область былых биосфер, поскольку в их формировании в прошлом участвовало живое вещество. Нижняя граница биосферы в среднем проходит на глубине 3-4 км от поверхности суши (изотерма 100°С) и 0,5 км ниже дна океана (табл.1.).

Таблица 1 – Эволюция развития биосферы

Время сгущения межзвездного вещества и образования планеты Земля	4,5…5 млрд. лет назад
1	2
Стадия безжизненного геологического развития	3…4,5 млрд. лет назад
Появление автотрофных бактерий, синезеленых водорослей в водах суши и океане; начало примитивного скального и подводного почвообразования	2,5…3 млрд. лет назад
Начало фотосинтеза, развитие водорослей, лишайников, мхов, формирование первоначальной биосферы и усложнение примитивного почвообразования	1,0…1,5 млрд. лет назад
Развитие и господство лесной растительности на суше, формирование кислородной составляющей атмосферы, мощных аллитных кор выветривания, болотно-аккумулятивного и кислого почвенного покрова, развитая биосфера	0,3…0,5 млрд. лет назад

Продолжение таблицы 1

1	2
Остепнение суши, появление травянистой растительности, формирование современного лика материков, природных зон, биосферы, развитого почвообразования, постепенное похолодание, сухость	30…100 млн. лет назад
Ледниковые и межледниковые эпохи, появление человека	2…3 млн. лет назад
Постледниковая эпоха	10…20 тыс. лет назад
Агрокультура и техногенно-индустриальная эпоха	10 тыс. лет назад – наше время

С геохимической точки зрения выделяют 2 стадии исторического развития биосферы:

1. Анаэробная стадия, когда живое вещество использовало энергию брожения и хемосинтеза, при этом атмосфера была лишена свободного молекулярного кислорода и озонового слоя.

2. Аэробная стадия, формировавшаяся постепенно и использовавшая энергетически более выгодный окислительный метаболизм. Образование озонового экрана позволило аэробной жизни распространиться на всю поверхность океанов и суши.

Вещественный состав биосферы. По В.И. Вернадскому в биосфере различают 4 категории веществ:

1. *Живое вещество* – активная биомасса планеты, заряженная геохимической энергией, способная перерабатывать почти все другие вещества. Живое вещество по своей массе занимает ничтожную долю по сравнению с любой из верхних оболочек земного шара. По современным оценкам, общее количество массы живого вещества в наше время равно 2420 млрд. т. Если равномерно распределить живое вещество по Земле, то его слой составит 5 мм.

2. *Биогенное вещество*, возникло в результате концентрации отходов жизненных процессов (каменный уголь, нефть, графит, торф, известняк, металлические руды, свободная сера, фосфориты, метан, углекислота, азот, кислород и т.д.). Эти вещества могут содержать большие количества зарезервированной энергии.

3. *Биокосное вещество*, образовавшееся в результате сложных взаимодействий живого и косного веществ (почва, кора выветривания, природные воды, осадочные породы). Эти вещества соединяют в себе свойства живых и неживых веществ.

4. *Косное вещество* – это вещество еще не взаимодействовавшее с живым веществом (застывшая лава, вулканический пепел и выброшенные из вулканов ювенильные газы, метеориты, космическая пыль). Сюда также относятся элементы, проходящие через организмы, не взаимодействуя с ними (инертные газы и металлы). С течением времени косные вещества, за исключением недеятельных, обрабатываются живым веществом и переходят в категорию биокосных веществ.

Длительное время считалось, что *живое* отличается от *неживого* такими свойствами, как обмен веществ, подвижность, раздражаемость, рост, размножение, приспособляемость. Однако порознь все эти свойства встречаются и среди неживой природы, а, следовательно, не могут рассматриваться как специфические свойства живого.

Решающее отличие живого вещества от косного заключается в следующем:

- изменения и процессы в живом веществе происходят значительно быстрее, чем в косных телах. Поэтому для характеристики изменений в живом веществе используется понятие исторического, а в косных телах – геологического времени. *Для сравнения: секунда геологического времени соответствует примерно ста тысячам лет исторического*;
- в ходе геологического времени возрастают мощь живого вещества и его воздействие на косное вещество биосферы. Это воздействие проявляется прежде всего в непрерывном биогенном потоке атомов из живого вещества в косное вещество биосферы и обратно;
- только в живом веществе происходят качественные изменения организмов в ходе геологического времени. Процесс и механизмы этих изменений впервые нашли объяснение в теории происхождения видов путем естественного отбора Ч.Дарвина (1859 г.);
- живые организмы изменяются в зависимости от изменения окружающей среды, адаптируются к ней и, согласно теории Дарвина, именно постепенное накопление таких изменений служит источником эволюции.

По своему активному воздействию на окружающую среду живое вещество занимает особое место и качественно резко отличается от других веществ. По мнению В.И. Вернадского, живое вещество –

самая активная форма материи во Вселенной. Оно проводит гигантскую геохимическую работу в биосфере, полностью преобразовав верхние оболочки Земли за время своего существования. Все живое вещество нашей планеты составляет 1/11000000 часть массы всей земной коры. В качественном же отношении живое вещество представляет собой наиболее организованную часть материи Земли.

По химическому составу главными составными частями живого вещества являются элементы, широко распространенные в природе (атмосфере, гидросфере, литосфере): водород, углерод, кислород, азот, фосфор и сера. Эти элементы называются *биофильными или биогенными*. Их атомы создают в живых организмах сложные молекулы в сочетании с водой и минеральными солями. Эти молекулярные постройки представлены углеводами, липидами, белками и нуклеиновыми кислотами. Перечисленные части живого вещества находятся в организмах в тесном взаимодействии. Окружающий нас мир живых организмов биосферы представляет собой сочетание различных биологических систем разной структурной упорядоченности и разного организационного положения. В связи с этим выделяют разные уровни существования живого вещества – от крупных молекул до растений и животных различных организаций.

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

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

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

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

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

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

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

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

Живое вещество устойчиво только в живых организмах, оно стремится заполнить собой все возможное пространство. Данное явление В.И. Вернадский называл «давлением жизни».

Рациональное использование природных ресурсов – одна из самых важных проблем, стоящих перед человечеством. Она теснейшим образом связана со всей хозяйственной деятельностью человека, оказывающей глубокое, нередко губительное воздействие на биосферу, ее геохимические, экологические и другие функции поступательного развития, сохранение равновесного природного состояния и т. д.

В связи с этим освещение вопросов инженерной экологии необходимо начать с определения понятий «окружающая среда», «природная среда», «почва», «условия существования», «среда обитания», «адаптация», и другие.

Все организмы существуют не сами по себе, а всецело зависят от окружающей среды и постоянно испытывают на себе ее воздействие. Каждый организм успешно выживает и размножается в конкретной среде, характеризующейся относительно узким диапазоном температур, количеств осадков, почвенных условий и др. Географический ареал любого вида соответствует географическому распределению подходящих для него условий среды. Поэтому изучение

зависимости живых организмов от условий среды является одной из первостепенных задач науки экология. Многообразные живые организмы встречаются на Земле не в любом сочетании, а в процессе совместного существования образуют биологические единства – *сообщества*.

Окружающая среда – это вещество, энергия и пространство, окружающие организмы и воздействующие на них как положительно, так и отрицательно.

Природная среда – это совокупность природных абиотических и биотических факторов, влияющих на живые организмы вне зависимости от контакта с человеком.

Антропогенная среда – природная среда, измененная человеком.

Кроме этого, различают *среду обитания* – часть природной среды, окружающая живые организмы, с которой они взаимодействуют. Составные элементы и свойства среды обитания многообразны и изменчивы. При этом одни элементы могут быть необходимы организму, другие безразличны, а третьи – угнетающими.

В целом, среда, обеспечивающая возможность существования организмов на Земле, очень разнообразна. На нашей планете можно выделить четыре качественно отличающиеся среды жизни: водную, наземно-воздушную, почву и живой организм.

Водная среда. Вода служит средой обитания многих организмов. Из воды же они получают все необходимые для жизни вещества: пищу, воду, газы. Поэтому, несмотря на высокое разнообразие водных организмов, все они должны быть приспособлены к главным особенностям жизни в водной среде. Эти особенности определяются физическими и химическими свойствами воды.

В толще воды постоянно находится большое число мелких представителей растений и животных, ведущих жизнь во взвешенном состоянии. Способность их к парению обеспечивается не только физическими свойствами воды, обладающей выталкивающей силой, но и специальными приспособлениями самих организмов. Например, многочисленными выростами и придатками, значительно увеличивающими поверхность тела относительно массы и, следовательно, повышающими трение об окружающую жидкость.

К передвижению в водной среде животные приспособлены по-разному. Активные пловцы (рыбы, дельфины и др.) имеют характерную

обтекаемую форму тела и конечности в виде плавников. Их быстрое плавание облегчается также особенностями строения внешних покровов и наличием специальной смазки – слизи, снижающей трение о воду.

Вода обладает очень высокой теплоемкостью, т.е. свойством накапливать и удерживать тепло. По этой причине в воде не бывает резких колебаний температуры, которые часто случаются на суше. Воды полярных морей могут быть очень холодными – близкими к замерзанию. Однако постоянство температуры позволило развиться ряду приспособлений, обеспечивающих жизнь даже в этих условиях.

Одним из наиболее важных свойств воды является способность растворять в себе другие вещества, которые могут использоваться водными организмами для дыхания и питания. Для дыхания необходим кислород. Поэтому насыщенность им воды имеет очень большое значение. Количество растворенного в воде кислорода уменьшается с увеличением температуры, причем, в морской воде кислород растворяется хуже, чем в пресной. По этой причине воды открытого моря тропического пояса бедны живыми организмами. И, наоборот, в полярных водах, где больше кислорода, наблюдается обилие планктона – мелких рачков, которыми кормятся представители богатой фауны, включая рыб и крупных китообразных.

Дыхание водных организмов может совершаться всей поверхностью тела или специальными органами – жабрами. Для успешности дыхания необходимо, чтобы вблизи тела происходило постоянное обновление воды. Это достигается различными рода движениями. Для многих организмов необходимо поддержание постоянного тока воды. Это может обеспечиваться движением самого животного или особыми приспособлениями, например, колеблющимися ресничками или щупальцами, которые производят возле рта водоворот, загоняющий в него пищевые частицы.

Очень важным для жизни является солевой состав воды, особенное значение для организмов имеют ионы Ca^{2+}. Моллюскам и ракообразным кальций совершенно необходим для построения раковины или панциря. Концентрация солей в воде может сильно изменяться. Вода считается пресной, если в ней содержится менее 0,5 г на литр растворенных солей. Морская вода отличается постоянством солености и содержит в среднем 35 г солей в одном литре.

Таблица 2 – Запасы воды на Земле

Часть гидросферы	Объем (тыс. куб. км)
Мировой океан	1338000
Подземные воды, в том числе пресные	23400 10530
Ледники и снежный покров	24064,1
Подземные льды	300
Воды озер пресные соленые	176,4 91 85,4
Воды болот	11,47
Воды в руслах рек	2,12
Воды атмосферы	12,90
Биологическая вода	1.12
Общие запасы воды	1385984,61
Запасы пресной воды	35029,21

Наземно-воздушная среда, освоенная позже в ходе эволюции водной, более сложна и разнообразна. Ей свойствен более высокий уровень организации живого.

Наиболее важным фактором жизни пребывающих здесь организмов являются свойства и состав окружающих их воздушных масс. Плотность воздуха гораздо ниже плотности воды, поэтому у наземных организмов сильно развиты опорные ткани Ї внутренний и наружный скелет. Формы движения крайне разнообразны: бегание, прыгание, ползание, полет и т. д. По воздуху передвигаются птицы и многие насекомые. Потоки воздуха разносят семена растений, споры, микроорганизмы.

Воздушные массы характеризуются огромным объемом и постоянно находятся в движении. Температура воздуха может меняться очень быстро и на больших пространствах. Поэтому живущие на суше

организмы имеют многочисленные приспособления, позволяющие выдерживать резкие изменения температуры или избегать их. Наиболее замечательным приспособлением является развитие теплокровности, возникшее именно в наземно-воздушной среде.

В целом воздушно-наземная среда более разнообразна, чем водная; условия жизни здесь сильно меняются во времени и в пространстве. Эти изменения заметны даже на расстоянии в несколько десятков метров, например, на границе леса и поля, на разной высоте в горах, даже на разных склонах небольших холмов. Вместе с тем, здесь слабее выражены перепады давления, но часто возникает недостаток влаги. Поэтому у наземных обитателей развиты приспособления, связанные с обеспечением организма водой, особенно в засушливых условиях. У растений это мощная корневая система, водонепроницаемый слой на поверхности листьев и стеблей, способность к регуляции испарения воды через устьица. У животных, помимо особенностей строения внешних покровов, это и особенности поведения, способствующие поддержанию водного баланса, например миграции к водопоям или избегание иссушающих условий.

Большое значение для жизни наземных организмов имеет состав воздуха (79 % азота, 21 % кислорода и 0,03 % углекислого газа), который обеспечивает химическую основу жизни. Так, снижение удельного количества кислорода в воздухе в зависимости от повышения высоты местности определяет верхнюю границу жизни животных. Люди, например, никогда не образовывали постоянных поселений на высоте свыше 6000 м над уровнем моря.

Углекислый газ (диоксид углерода) является важнейшим сырьевым источником для фотосинтеза. Азот воздуха необходим для синтеза белков и нуклеиновых кислот.

Почва как среда обитания – верхний слой суши, образованный минеральными частицами, переработанными деятельностью почвенных обитателей. Это важный и очень сложный компонент биосферы, тесно связанный с другими её частями. Жизнь почвы необычайна богата. Некоторые организмы проводят в почве всю жизнь, другие – часть жизни. Огромную роль играет почва в жизни растений. Условия жизни в почве во многом определяются климатическими факторами, важнейшим из которых является температура.

Учение о почве разработано в знаменитом труде В. В. Докучаева «Русский чернозем» (1883), а затем последовательно развито в ра-

ботах Н. М. Сибирцева, В. И. Вернадского, К. Д. Глинки, Г. И. Танфильева и др. По мнению академика М. С. Гилярова (1949), почва явилась промежуточной средой обитания между водной и наземно-воздушной и обеспечила выход многих групп животных на сушу.

Строение почвы представляет результат ее генезиса, постепенного развития почвы из материнской породы, которая дифференцируется на горизонты в процессе почвообразования. Каждый тип почвы имеет вполне определенный характер почвенного профиля и, зная это, можно определить название почвы в полевых условиях.

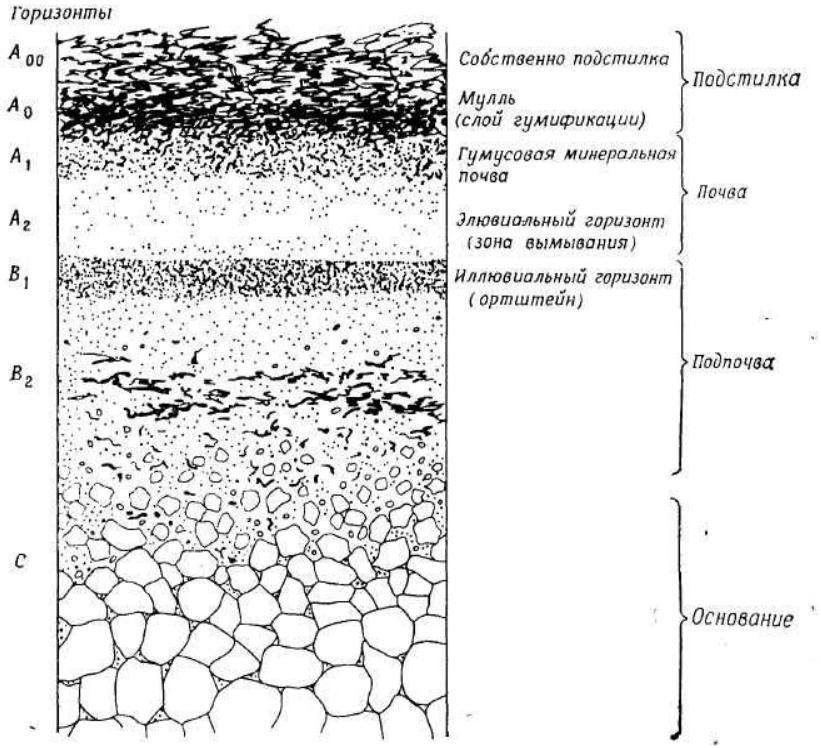


Рис. 1. Обобщенная схема почвенного профиля (по Э. Либберту, 1982).

В почве возможно обитание организмов, дышащих как по водному, так и воздушному типу; имеет также место вертикальный градиент для таких параметров как свет, газовый состав среды, температура и др. Все это определяет распространение жизни в почве: если

микроорганизмы встречаются по всей ее толщине (для них на протяжении несколько метров в глубину характерна мелкая *очаговость*), то растения своей корневой системой связаны лишь с наружными горизонтами (лишь у некоторых деревьев корни проникают до 8–10 м). Беспозвоночные животные обитают главным образом в верхних горизонтах почвы.

Неоднородность почвы приводит к тому, что для организмов разных размеров она выступает как разная среда. В связи с этим выделяют *микрофауну*, *мезофауну*, *макрофауну* и *мегафауну* почвы.

Задание: Рассмотрите рис. 2, 3, 4, дайте краткую характеристику населения почвы и приведите примеры организмов из каждой экологической группы.

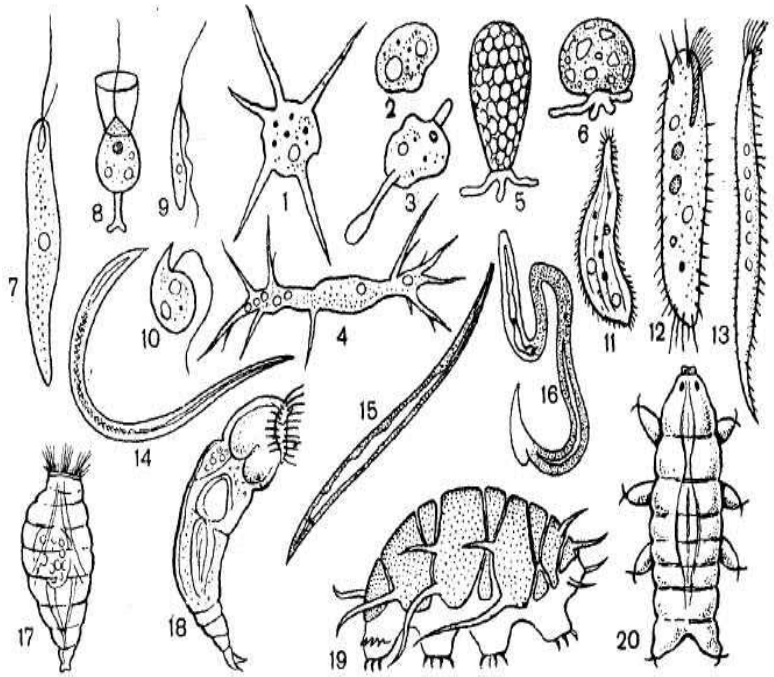


Рис. 2. Микрофауна почвы (по W. Dunger, 1974)
2–4 – *голые амебы,* 5–6 – *раковинные амебы;* 7–10 – *жгутиковые;* 11–13– *инфузории;* 14–16 – *круглые черви;* 17–18 – *коловратки;* 19–20 – *тихоходки.*

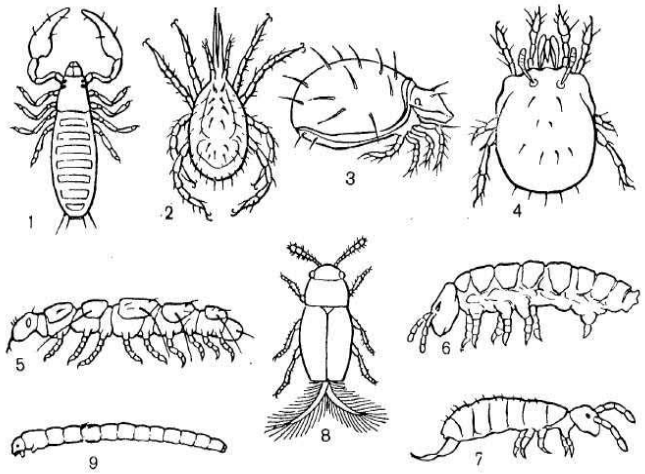


Рис. 3. Мезофауна почвы (по W. Dunger, 1974)
1 – *лжескорпион;* 2 – *гамазовый клещ;* 3, 4 – *панцирные клещи;* 5 –*многоножка-пауропода;* 6, 7 – *коллемболы;* 8 – *жук из семейства Ptiliidae;* 9 – *личинка комара-хирономиды.*

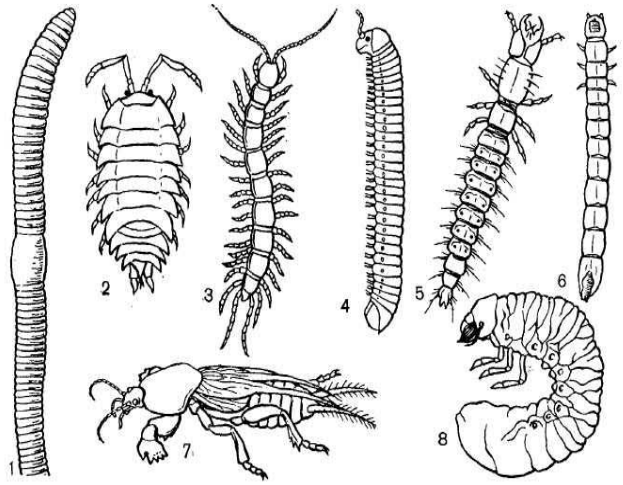


Рис. 4. Макрофауна почвы (по W. Dunger, 1974)
1 – *дождевой червь;* 2 – *мокрица;* 3 – *губоногая многоножка;* 4 – *двупарноногая многоножка;* 5 – *личинка жужелицы;* 6 – *личинка щелкуна;* 7 – *медведка;* 8 – *личинка хруща.*

Тела организмов. Тела многих организмов могут служить жизненной средой для других организмов (паразитов, симбионтов). Главную роль для них играет обилие пищи, относительная стабильность условий, защищённость от неблагоприятных факторов, но в то же время активное сопротивление организма-хозяина. Естественно, что у организмов, живущих в определённой среде, вырабатываются специфические приспособления к экологическим условиям именно этой среды.

Это относится не только к паразитической, но и к некоторым другим формам взаимоотношений между организмами. Жизнь внутри другого организма характеризуется большим постоянством по сравнению с жизнью в открытой среде. Поэтому организмы, находящие себе место в теле растений или животных, часто полностью утрачивают органы и даже системы, необходимые свободноживущим видам. У поселившихся внутри других организмов не развиты органы чувств или органы движения, взамен которых возникают приспособления (часто весьма изощренные) для удержания себя в теле хозяина и эффективного размножения.

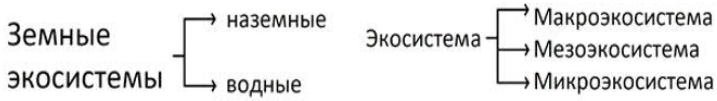
Практическое занятие 3.

ЭКОСИСТЕМА. СТРУКТУРА ЭКОСИСТЕМ

Цель занятия: *Ознакомится с видами, составом и структурой экосистемам.*

Впервые этот термин был употреблен в 1935 году британцем Артуром Тенсли, одним из первых в мире экологов. Позднее он был доработан русским геологом Василием Васильевичем Докучаевым. А с 1944 года в отечественной науке стало общепринятым понятие «биогеоценоз», введенное Владимиром Николаевичем Сукачевым. *Экосистема – любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ.*

Существует также разделение на естественные и искусственные экологические системы.



А. Тенсли представил экосистему в следующем виде:

Экосистема = Биотоп + Биоценоз

При классификации наземных экосистем обычно используют признаки растительных сообществ (составляющих основу экосистем) и климатические (зональные) признаки. Так, выделяются определенные типы экосистем, например тундра лишайниковая, тундра моховая, лес хвойный (еловый, сосновый), лес лиственный (березняк), лес дождевой (тропический), степь, кустарники (ивняк), болото травянистое, болото сфагновое.

В целом, существующие на Земле экосистемы по своим размерам подразделяются на:

1) микроэкосистемы – они возникают на трупах животных, их экскрементах, стволах гниющего дерева, на которых может развиваться особая флора и фауна. Микроэкосистемы обычно функционируют непродолжительное время.

2) мезоэкосистемы – это совокупность организмов, населяющих конкретную территорию. Это, например, лес или луг, пруд или озеро; К понятию «мезоэкосистема» наиболее близко понятие «биогеоценоз».

3) макроэкосистема (континент, океан).

4) глобальная экосистема – это биосфера в целом.

Виды экосистем по типу возникновения:

Существует также разделение на естественные и искусственные экологические системы.

Естественная экосистема создается природой (лес, озеро, степь и т.д.), а искусственная – человеком (сад, приусадебный участок, парк, поле и др.). Для первых характерны условность границ, большое разнообразие видов, устойчивость, способность саморегулироваться и восстанавливаться. Человек не влияет на обмен вещества и энергии. В естественной природе системы функционируют по единому механизму. Каждая часть системы зависит от другой, работает одновременно с ней. Для поддержания природного баланса человек должен оберегать каждое живое существо. Разрушение экологических систем происходит по вине человека и природных катаклизмов

Искусственные системы имеют четкие границы. Они не могут существовать без вмешательства человека, который отбирает для них определенные растения и животных. Они создаются, например для получения сельскохозяйственной продукции (пашни, теплицы, сады, рыбные пруды), отдыха (парки, поля для гольфа), снабжения водой (оросительные каналы, городские пруды).

Всегда, когда на экосистему воздействуют несвойственные ей организмы, могут происходит неизгладимые пагубные последствия.

Новые организмы так или иначе искажают естественный порядок вещей, нарушают природный баланс, нанося вред окружающей среде. Так, на примере Австралии можно понять, что после заселения на остров собак, кошек и лисиц произошло истребление различных сумчатых.

Экосистемы состоят из живого и неживого компонентов, называемых соответственно биотическим и абиотическим. Совокупность живых организмов биотического компонента называется сообществом. Исследование экосистем включает, в частности, выяснение и описание тесных взаимосвязей, существующих между сообществом и абиотическим компонентом.

Неживой, или абиотический, компонент экосистемы в основном включает почву или воду и климат.. В понятие климата входят такие параметры, как освещенность, температура и влажность, в большой степени определяющий видовой состав организмов, успешно развивающихся в данной экосистеме. Для водных экосистем очень существенна также степень солености.

Свойства почвы зависят от материнской породы, на которой она лежит, и из которой частично образуется. Почва и вода содержат смесь неорганических и органических веществ, а также живые организмы. Почва обеспечивает живых существ питательными веществами, влагой и средой обитания. Растительность верхней части почвенного покрова тесно с ней связана через круговорот питательных веществ.

Атмосфера обеспечивает живые организмы углекислым газом (для фотосинтеза) и кислородом (для дыхания). Процессы испарения, транспирации и круговорота воды происходят между атмосферой и поверхностью Земли.

Солнечное излучение нагревает атмосферу и испаряет воду. Свет также необходим для фотосинтеза. Фотосинтез обеспечивает растения энергией, для роста и обмена веществ, а также органическими продуктами для питания других форм жизни.

Большинство живой ткани состоит из высокого процента воды, до 90% и даже более. Немногие клетки способны выжить, если содержание воды падает ниже 10%, и большинство из них погибают, когда вода составляет менее 30-50%.

Вода является средой, с помощью которой минеральные пищевые продукты поступают в растения. Она также необходима для

фотосинтеза. Растения и животные получают воду с поверхности Земли и почвы. Основной источник воды – атмосферные осадки.

Биотические члены любой экосистемы напрямую зависят друг от друга. Можно сказать, что если один член экосистемы исчезнет, то вся система потерпит значительные изменения. В случае, когда живым существам недостает света, воды, воздуха, они начинают постепенно вымирать, без растений невозможна жизнь животных, а без животных начинают вымирать организмы, напрямую от них зависящие.

Биотический компонент полезно подразделить на *автотрофные* и *гетеротрофные* организмы. Таким образом, все живые организмы попадут в одну из двух групп. Автотрофы синтезируют необходимые им органические соединения из простых неорганических веществ, в основном, с помощью фотосинтеза, используя свет как источник энергии, за исключением хемотрофных бактерий. Гетеротрофы нуждаются в источнике органического вещества и (за исключением некоторых бактерий) используют химическую энергию, содержащуюся в потребляемой пище. Гетеротрофы в своем существовании зависят от автотрофов, и понимание этой зависимости необходимо для понимания экосистем.

С биологической точки зрения, в состав экосистем входят следующие компоненты:

1) *неорганические вещества* (C, N, CO_2, H_2O и др.), включающиеся в круговороты;

2) *органические соединения* (белки, углеводы, липиды, гумусовые вещества и т. д.), связывающие биотическую и абиотические части;

3) *воздушная, водная и субстратная среда*, включающая климатический режим и другие физические факторы;

4) *продуценты*, автотрофные организмы (зеленые растения, синезеленые водоросли, фото- и хемосинтезирующие бактерии), производящие пищу из простых неорганических веществ;

5) *консументы*, или фаготрофы (от греч. phagos – пожиратель), – гетеротрофные организмы, главным образом животные, питающиеся другими организмами или частицами органического вещества;

6) редуценты и детритофаги – гетеротрофные организмы, в основном бактерии и грибы, получающие энергию либо путем разложения мертвых тканей, либо путем поглощения растворенного орга-

нического вещества, выделяющегося самопроизвольно или извлеченного сапрофитами из растений и других организмов (рис. 1).

Консументы питаются живым *(биофаги)* или мертвым *(сапрофаги)* органическим материалом. Среди биофагов могут быть выделены *растительноядные (травоядные)* организмы или фитофаги *(первичные консументы*, к ним относятся и повреждающие растения вирусы, грибы и паразитические сосудистые растения), *хищники* (вторичные консументы, в том числе и паразиты первичных консументов) и конечные потребители – *вершинные хищники* (третичные консументы).

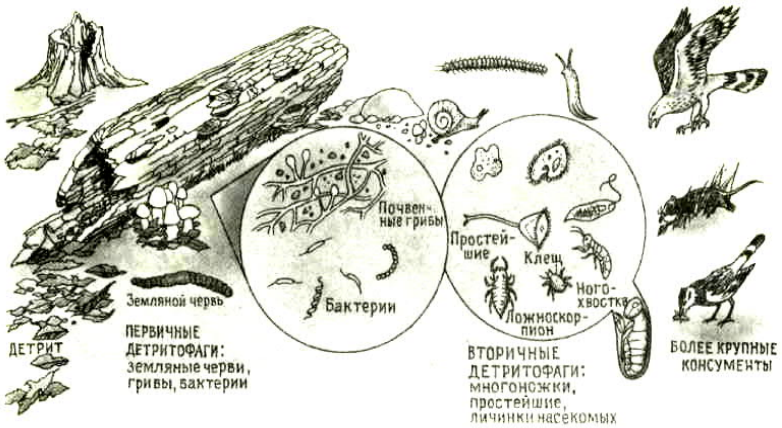


Рис. 1. Фрагмент одной из наземных детритных пищевых цепей (по Б. Небелу, 1993).

При изучении экосистем анализируют прежде всего поток энергии и круговорот веществ между соответствующими биотопом и биоценозом. Экосистемный подход учитывает общность организации всех сообществ независимо от местообитания. Это подтверждает сходство структуры и функционирования наземной и водной экосистем.

По определению, биогеоценоз (от греч. bios – жизнь, гео – Земля, ценоз – сообщество) – это совокупность однородных природных элементов (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий) на определенном участке поверхности Земли. Контур биогеоценоза устанавливается по границе растительного сообщества (фитоценоза).

Термины «экологическая система» и «биогеоценоз» не являются синонимами. Экосистема – это любая совокупность организмов и среды их обитания, в том числе, например, горшок с цветком, муравейник, аквариум, болото, пилотируемый космический корабль. У перечисленных систем отсутствует ряд признаков из определения, и в первую очередь элемент «гео» – Земля. Биоценозы – это только природные образования. Однако биоценоз в полной мере может рассматриваться как экосистема. Таким образом, понятие «экосистема» шире и полностью охватывает понятие «биогеоценоз» или «биогеоценоз» – частный случай «экосистемы».

Самая крупная природная экосистема на Земле – биосфера. Граница между крупной экосистемой и биосферой столь же условна, как и между многими другими понятиями в экологии. Различие преимущественно состоит в такой характеристике биосферы, как глобальность и большая условная замкнутость (при термодинамической открытости). Прочие же экосистемы Земли вещественно практически не замкнуты.

Биомы – наиболее крупные наземные экосистемы, соответствующие основным климатическим зонам Земли (пустынные, травянистые и лесные); водные экосистемы – основные экосистемы, существующие в водной сфере (гидросфере). Иногда в литературе встречается близкая, но менее четкая классификация, прежде всего выделяющая влажные тропические леса, саванны, пустыни, степи, леса умеренного пояса, хвойные (тайгу), тундру.

Каждый биом включает в себя ряд меньших по размеру, связанных между собой экосистем. Одни из них могут быть очень крупными, площадью в миллионы квадратных километров, другие – мелкими, например, небольшой лесок. Важно то, что любую экосистему можно определить как более или менее специфическую группировку растений и животных, взаимодействующих друг с другом и со средой. Так, легко выделить множество типов водных экосистем (ручьи, реки, озера, пруды, болота и др.) или подразделить океаны на отдельные экосистемы (коралловые рифы, континентальный шельф, абиссаль и т. д.). Четкие границы между экосистемами встречаются редко, обычно между ними находится переходная зона со своими особенностями.

На границе двух экосистем, например на опушке леса, одновременно встречаются представители лесных и луговых видов. Контра-

стность среды, а потому большее обилие экологических возможностей порождает «сгущение жизни», называемое правилом краевого эффекта или правилом экотона (от греч. oikos – дом, tonos – связь). Хорошо известно, что на опушках леса жизнь богаче, а в его глубине, как и в середине луга, она менее разнообразна. В природе все существует только совместно, а два рядом расположенных образования могут плавно переходить друг в друга.

Структура экосистем

Любую экосистему, прежде всего можно разделить на совокупность организмов и совокупность неживых (абиотических) факторов окружающей природной среды. Структура биогеоценоза приведена на рис. 2.

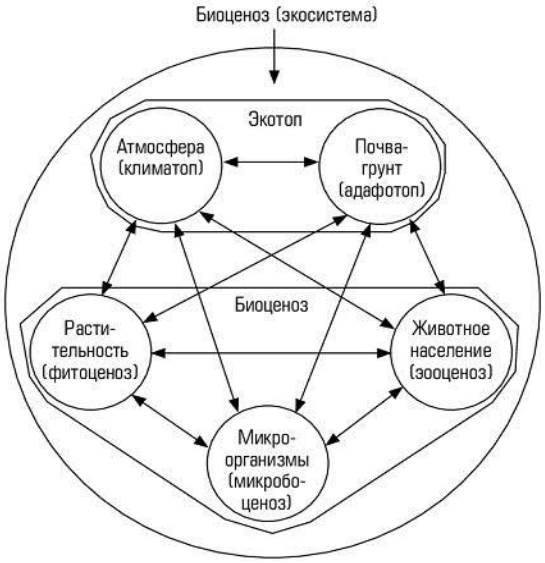


Рис. 2. Структура экосистемы.

Экосистема объединяет живые организмы и их взаимодействие между собой и природой. У экосистемы нет определенных размеров, бывает огромной, как пустыни или моря, а также маленькой, как отдельные деревья, ручьи. В экосистеме связано абсолютно все, начиная от представителей живой природы, заканчивая неживой. Экосистема состоит из экотопа (абиотической части) и биоценоза (биотической).

В свою очередь экотоп состоит из климата во всех многообразных его проявлениях и геологической среды (почв и грунтов), называемой эдафотопом (от греч. edaphos – почва). Экотоп – это то, откуда биоценоз черпает средства для существования и куда выделяет продукты жизнедеятельности.

Для экосистем характерны следующие уровни:

- Особь (любое живое существо).
- Популяция (группа существ определенного вида на определенной территории).
- Экосистема (совокупность природных факторов).
- Биосфера (совокупность каждой экосистемы планеты).

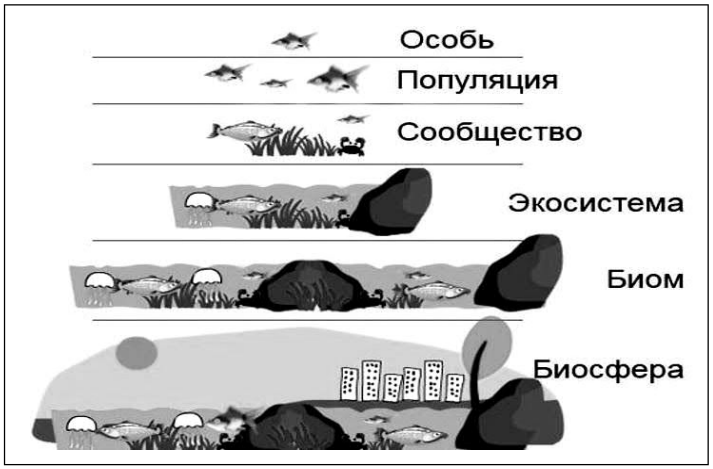


Рис. 3. Уровни экосистемы.

Суть экосистемы. По-своему важен каждый организм, он занимает определенное место. На примере экосистемы небольших озер можно рассматривать каждый вид живых существ, начиная от бактерий, заканчивая многоклеточными растениями, животными. Каждый организм не может жить без отдельных объектов неживой природы, всему нужен воздух, солнце и вода. Напрямую на развитие организмов в озерах влияет даже минеральный состав вод, например: экосистема озера Всегда, когда на экосистему воздействуют несвойственные ей организмы, могут происходит неизгладимые пагубные последствия. Новые организмы так или иначе искажают ес-

тественный порядок вещей, нарушают природный баланс, нанося вред окружающей среде. Так, на примере Австралии можно понять, что после заселения на остров собак, кошек и лисиц произошло истребление различных сумчатых.

Виды негативного антропогенного воздействия на природные экосистемы:

Нарушение естественного биологического равновесия. Например, в результате введения чуждых ей организмов и связанное с этим вытеснение местных видов.

Преобразование ландшафта. Сюда относятся вырубка леса для освобождения площадей для сельского хозяйства. Или получения древесины (ежегодно вырубается 13 млн. га), осушение естественных или создание искусственных озер.

Вымирание видов животных (браконьерство).

Загрязнение окружающей среды. Примеры – выбросы углекислого газа при сжигании ископаемого топлива, разрушение озонового слоя фреоном.

Добыча песка, природных гравия и камня. Происходит изменение химического состава почв или водоёмов, образуются отходы. Все это негативно влияет на биотопы и разрушает места обитания живых организмов.

Долговременные последствия использования атомной/ядерной энергии. Яркий пример – Чернобыльская катастрофа.

Ввиду непрерывного ухудшения экологии негативное воздействие человека на нее изучают многие ученые. Согласно результатам исследования “Экономика экосистем и биоразнообразия”, защита и сохранение экологических систем всегда обходятся дешевле, чем их восстановление или замена искусственными.

Задание: (для самостоятельной работы). На уровне консументов происходит разделение потока органического вещества по разным группам потребителей: живое органическое вещество следует по *цепям выедания*, а мертвое – по *цепям разложения*. Дайте определения терминам «*пастбищная цепь*» и «*детритная цепь*». Что такое *детрит*? Приведите примеры организмов-редуцентов. В каких экосистемах – наземных или водных – наиболее высока активность детритного блока?

Практическое занятие 4.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ.

Цель занятия: *Ознакомиться с экологическими факторами; изучить абиотические, биотические и антропогенные факторы. Освоить механизмы действия экологических факторов на организмы. Изучить классификацию антропогенных факторов и способы по уменьшению их воздействия на ОК.*

Одна из главных задач экологии – выяснить взаимосвязи между свойствами и составом сообщества, которые проявляются независимо от того, какие виды в него входят.

Влияние факторов на живые организмы изучает раздел экологии – аутэкология, который устанавливает пределы существования особей (организма) в окружающей среде, изучает реакции организмов на воздействие факторов среды, их приспособленность к условиям среды обитания. Термин «аутэкология» был введён швейцарским ботаником К. Шретером в 1896 г. именно для обозначения экологии особей.

Аутэкология в качестве живой системы рассматривает отдельный живой организм (животное, растение или микроорганизм), а также среду (всё, что этот организм окружает).

Влияние факторов среды определяется, прежде всего, их воздействием на обмен веществ организмов. Отсюда все экологические факторы по их действию можно подразделить на *прямодействующие* и *косвеннодействующие*. Те и другие могут оказывать существенные воздействия на жизнь отдельных организмов и на все сообщество.

Каждый экологический фактор характеризуется определенными количественными показателями, например, силой и диапазоном действия.

Для разных видов растений и животных условия, в которых они особенно хорошо себя чувствуют, неодинаковы. Например, некоторые растения предпочитают очень влажную почву, другие – относительно сухую. Одни требуют сильной жары, другие лучше переносят более холодную среду и т. д.

При значении фактора, близком к пределам выносливости или толерантности, организм обычно может существовать лишь непродолжительное время. В более узком интервале условий возможно длительное существование и рост особей. Еще в более узком диапазоне происходит размножение, и вид может существовать неограниченно долго. Обычно где-то в средней части диапазона устойчивости имеются условия, наиболее благоприятные для жизнедеятельности, роста и размножения. Эти условия называют оптимальными, в которых особи данного вида оказываются наиболее приспособленными, т. е. оставляют наибольшее число потомков.

Живые организмы способны приспосабливаться к изменениям условий внешней среды, что называется *адаптацией*.

Свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды называют *«экологической пластичностью»* (экологической валентностью) вида. Чем шире диапазон колебаний экологического фактора, в пределах которого данный вид может существовать, тем больше его экологическая пластичность.

Виды, способные существовать при небольших отклонениях фактора от оптимальной величины, называются узкоспециализированными, а выдерживающие значительные изменения фактора – широко приспособленными.

Экологически выносливые виды называют *эврибионтными* (euros – широкий), маловыносливые – *стенобионтными* (stenos – узкий). Эврибионтность и стенобионтность характеризуют различные типы приспособления организмов к выживанию. Виды, длительное время развивающиеся в относительно стабильных условиях, утрачивают экологическую пластичность и вырабатывают черты стенобионтности, тогда как виды, существовавшие при значительных колебаниях факторов среды, приобретают повышенную экологическую пластичность и становятся эврибионтными

Эврибионтные организмы, как правило, являются широко распространенными видами, а стенобионты имеют ограниченные ареалы.

Изменяющиеся элементы окружающей среды, воздействующие на живые организмы и вызывающие у них ответные приспособительные эколого-физиологические реакции, наследственно закрепляющиеся в процессе эволюции, называются экологическими факторами (от лат factor – делающий, производящий).

Экологические факторы – совокупность всех признаков среды (*температура*, *влажность*, *свет*, давление воздуха, свойства почвы, состав воздуха, рельеф, живые организмы и др.), оказывающих воздействие на организм или экологическую систему в целом. Не все факторы одинаковые по своему значению, влияние некоторых из них является незначительным.

Деятельность человека представлена совокупностью преобразований окружающей среды, созданием новых экологических факторов. Так, производство оборудования требует повышенных температурных условий, давления и мощных электромагнитных полей. А получение и сохранение высокой урожайности сельскохозяйственных культур невозможно без применения удобрений и воздействия химикатов на вредителей.

Из-за разнообразия природы и специфики действия экологические факторы подразделяются на абиотические, биотические и антропогенные.

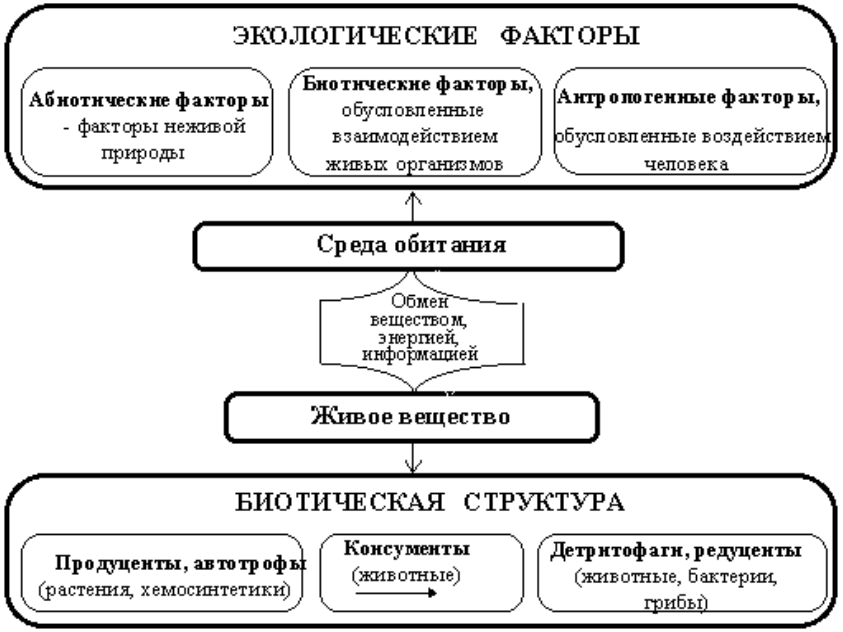


Рис. Структура экосистем

Абиотические факторы – это факторы неживой природы. В наземных экосистемах к абиотическим факторам относят:

– *климатические*: свет, тепло, воздух (его состав и движение), влага (включая осадки в разных формах, влажность воздуха и почвы и др.);
– орографические – особенности рельефа, высота над уровнем моря;
– эдафические – (или почвенно-грунтовые)состав почв, ее физические свойства, плодородие, кислотность *(pH)*, минерализация и другие;
– химические – газовый состав атмосферы и воды, содержание солей в воде, почвенный состав и другие химические свойства среды;
– гидрографические – плотность воды, ее проточность, скорость течения, световой режим и другие;
– пирогенные – воздействие пожаров, возникших по естественным причинам.

Основные абиотические факторы, оказывающие решающее влияние на жизнеспособность организмов – климатические (свет, тепло, воздух, влажность воздуха и почвы, снежный покров).

Два абиотических фактора – температура и количество осадков – определяют размещение на земной поверхности основных наземных экосистем. Если значение какого-либо фактора становится существенно ниже или выше его обычных значений в данной среде обитания, в конкретном местообитании, то этот фактор будет негативно влиять на организмы, причём влияние фактора может оказаться прямым или косвенным.

Например, в умеренной зоне летняя засуха (фактор – влажность, значение фактора – ниже обычного) будет отрицательно воздействовать на луговые растения, их развитие замедлится. Воздействие засухи на растения – это прямое влияние недостатка влаги. Растительноядные насекомые (жуки-листоеды и их личинки, гусеницы бабочек, тли) могут начать испытывать недостаток кормовых растений, что приведёт к замедлению их роста, снижению плодовитости, увеличению смертности. Уменьшение численности насекомых, питающихся луговыми растениями, повлечёт за собой нехватку корма для насекомоядных птиц. Воздействие засухи на насекомых и птиц – это косвенное влияние недостатка влаги.

Биотические факторы. В сообществах реализуются разнообразные формы воздействий, которые живые организмы оказывают друг на друга – *биотические взаимоотношения*. На их основе происходит формирование более тесных связей между отдельными видами, относящимися в целом ряде случаев к разным трофическим уровням. Все многообразие биотических взаимоотношений можно свести к трем основным типам: *симбиоз* (комменсализм, протокооперация, мутуализм), *антибиоз* (конкуренция, хищничество, паразитизм) и *аменсализм* (одностороннее средообразование).

Биотические факторы – это формы взаимоотношения живых существ. Они подразделяются на:

– *фитогенные факторы* – влияние растений (прямое и косвенное).

К прямому влиянию относятся механические контакты, симбиоз, паразитизм, поселение эпифитов и др. Например, в агроценозах повилика полевая паразитирует на люцерне, клевере, вике, чечевице и других растениях. При механическом контакте, симбиозе растения влияют друг на друга при помощи биологически активных веществ (витамины, антибиотики, ферменты, фитонциды и др.), которые могут стимулировать или ингибировать рост других растений.

Косвенные влияния выражаются в благоприятных изменениях экологических факторов (света, влаги, почвенного питания) – фитогенных изменениях среды обитания организмов. Например, пырей ползучий в почву выделяет агропирин, ингибирующий не только рост культурных растений, но и прорастание их семян. С другой стороны, при грамотном использовании фитонцидных свойств различных растений, можно не только повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но и существенно повысить качество урожая, главным образом отказавшись от пестицидов. Например, люцерна препятствует фузариозному увяданию картофеля; укроп, растущий среди огурцов, увеличивает продолжительность их плодоношения; при близком расположении яблоня избавляет малину от серой гнили, а малина яблоню – от парши.

– *зоогенные факторы* представляют собой влияние животных (поедание, вытаптывание и другие механические воздействия, опыление, распространение семян и влияние на среду). В сельском хозяйстве эти факторы используют в биологической защите растений от вредных организмов. Например, яйцепаразит трихограмма исполь-

зуется при борьбе с капустной, хлопковой, озимой совками, гороховой плодожоркой.

– *микробогенные факторы* обусловлены влиянием микроорганизмов и грибов (паразитизм, изменение среды). Они могут вызывать различные болезни организмов. Изменение их количества разнообразна в ризосфере, что приводит к ухудшению или улучшению питания растений.

В природе существуют различные взаимоотношения между самими живыми организмами. Они могут быть полезными или враждебными:

Нейтрализм (00) – тип биотической связи, при которой совместно обитающие организмы (или виды) не влияют друг на друга. В природе истинный нейтрализм крайне редок, поскольку между всеми видами возможны косвенные взаимоотношения.

Конкуренция (– –) – тип биотических взаимоотношений, при котором организмы или виды соперничают между собой в потреблении одних и тех же, обычно ограниченных ресурсов. Ресурсы могут быть как пищевого, так и другого рода: наличие мест для выведения потомства, укрытий и т. д.

В случае конкуренции присутствие другого организма или вида, с одной стороны, неблагоприятно для каждого из них, так как часть необходимых ресурсов используется соседом, с другой - это есть одно из проявлений сопротивления среды. Конкуренцию подразделяют на внутривидовую и межвидовую.

Конкуренция чрезвычайно широко распространена в природе. Так, например, растения конкурируют за свет, влагу, питательные вещества почвы и, следовательно, за расширение своей территории. Животные борются за пищевые ресурсы и за убежища (если они в дефиците), то есть, в конечном счете, также за территорию. Конкурентная борьба ослабевает в местностях с редким населением, представленным малым числом видов: например, в арктических или пустынных областях почти нет конкурентной борьбы растений за свет.

Симбиоз **(++)** (от сочетания sim – вместе, bios – жизнь) – неразделимые взаимополезные связи двух видов, предполагающие обязательное тесное сожительство организмов, иногда даже с элементами паразитизма. Классическим примером симбиоза являются лишайники, представляющие собой тесное взаимовыгодное сожительство грибов и водорослей.

Протокооперация (++) (буквально: первичное сотрудничество) – простой тип симбиотических связей. При этой форме совместное существование выгодно для обоих видов, но не обязательно для них, т. е. не является непременным условием выживания видов (популяций). Сюда можно отнести распространение муравьями семян некоторых растений леса или опыление пчелами разных луговых растений.

Мутуализм (++) – симбиотические взаимоотношения, когда оба сожительствующих вида извлекают взаимную пользу. Таковы, например, взаимоотношения узкоспециализированных к опылению растений с опыляющими их видами насекомых.

Комменсализм (+0) – взаимоотношения видов, при которых один из партнеров получает пользу, не нанося ущерб другому.

При комменсализме как полезнонейтральных взаимосвязях (+0) выделяют нахлебничество, сотрапезничество, квартирантство.

Сотрапезничество – потребление разных веществ или частей их одного и того же ресурса. Например, взаимоотношения между различными видами почвенных бактерий-сапрофитов, перерабатывающих разные органические вещества из перегнивших растительных остатков, и высшими растениями, которые потребляют образовавшиеся при этом минеральные соли.

Аменсализм (– 0) тип межвидовых взаимоотношений, при котором в совместной среде один вид подавляет существование другого вида, не испытывая противодействия. Например: светолюбивые травы, растущие под елью, страдают от сильного затемнения, в то время как сами на дерево не влияют.

Хищничество (+–) – такой тип взаимоотношений организмов, при котором представители одного вида убивают и поедают представителей другого. Хищничество – одна из форм пищевых отношений.

Для типичного хищника (волка, рыси, норки) характерно охотничье поведение. Но кроме хищников-охотников существует большая группа хищников-собирателей, способ питания которых заключается в простом поиске и сборе добычи. Таковы, например, многие насекомоядные птицы, собирающие пищу на земле, в траве или на деревьях. Хищничество – широко распространенная форма биотических отношений. В качестве ослабленной формы хищничества можно рассматривать паразитизм.

Паразитизм (+–) – это форма взаимоотношений между видами, при которой организмы одного вида (паразита, потребителя) живут за счет питательных веществ или тканей организма другого вида (хозяина) в течение определенного времени. Паразитизм отличается от хищничества тем, что в отличие от настоящего хищника паразит не убивает хозяина сразу. Обычно он использует живого хозяина как место своего временного или постоянного проживания. Паразит изнуряет, но не губит хозяина, поскольку последний обеспечивает его существование. Популяция паразита, как правило, больше популяции хозяина.

Сочетание различных абиотических и биотических факторов определяет распространение видов организмов по разным областям земного шара. Определённый биологический вид встречается не повсеместно, а только в тех местах, где имеются необходимые для его существования условия.

Задание 1. Дайте краткую характеристику типов взаимодействия между популяциями видов *A* и *B* (таблица).

Таблица. Основные типы взаимодействия между двумя популяциями

Тип взаимодействия	Виды		Характер взаимодействия
	A	*B*	
Комменсализм	+	0	
Протокооперация	+	+	
Мутуализм	+	+	
Аменсализм	–	0	
Хищничество	+	–	
Паразитизм	+	–	
Конкуренция	–	–	

Антропогенные факторы среды.

В настоящее время люди оказывают активное воздействие на окружающую среду, меняют планету и всё дальше больше космос. Каждый человеческий шаг от копания земли до полета ракет и самолетов представляют собой антропогенное воздействие на природу. По мнению ученых антропогенным является период современного этапа истории Земли. Его появление исследователи связывают с появлением первочеловека и датируют периодом 2,5 миллиона лет назад.

В то время как появление на Земле человека отмечается по разным источникам от 3 до 2,5 миллиона лет назад. Влияние антропогенных факторов увеличивается с каждой эпохой все больше и больше. Созданные в процессе жизнедеятельности человека животные и растения существенным образом изменили естественную среду обитания.

Антропогенные (от др.-греч. *anthropos* [антромпос] – «человек» и *genes* [гемнэс] – «рождающий, рождённый») *факторы* – формы деятельности человека, приводящие к изменению природы как среды обитания других видов. К таким факторам относят воздействия сельскохозяйственного производства, промышленности, транспорта и другие формы ведения хозяйства, т.е. влияние человека на природу как умышленное, так и неосознанное или неконтролируемое. Это разделение является условным, поскольку каждый фактор существует и проявляет себя как результат общего воздействия среды. Примеры: строительство дорог и городов, вырубка лесов, распашка земель, загрязнение окружающей среды отходами промышленного производства и транспорта.

Хотя человек – биологический вид и его деятельность относится к биотическому влиянию, антропогенное воздействие на природу выделяют в особую группу факторов. Ни один другой вид на планете не оказывает такого мощного воздействия на всё живое, при этом степень воздействия человека на природу Земли продолжает стремительно возрастать. Следовательно, по мере развития человечества и роста промышленного производства антропогенные факторы стали все более ощутимы, а со временем приняли угрожающие последствия. Более того, если несколько десятилетий назад рассматривалось только негативное воздействие антропогенного фактора на окружающую среду (сброс бомбы на Хиросиму, Чернобыль, Аральское море и другие), то на сегодняшний день ухудшающее состояние окружающей среды само по себе оказывает негативное влияние на человечество.

Человек, являясь неотъемлемой частью природы, постоянно так или иначе воздействует на неё. И далеко не всегда его хозяйственная

деятельность благоприятно сказывается на окружающей среде. Загрязнение рек, уничтожение мест обитания животных, истребление редких видов – это лишь малая часть негативных последствий антропогенных влияний на природу. Но существуют и положительные примеры.

Человек как самостоятельный живой организм постоянно взаимодействует с окружающей средой, обмениваясь с ней веществом и энергией через дыхание, питание, выделение и т. д. Кроме того, его активная хозяйственная деятельность напрямую либо косвенно влияет на все живое вокруг, воздействуя непосредственно на конкретный живой организм или изменяя среду его обитания.

Прямое воздействие человека выражается в потреблении животных и растений в пищу, разведении их для различных целей, расселении организмов, а также в разрушении естественных биогеоценозов (при строительстве дорог, добыче полезных ископаемых) и создании искусственных экосистем (парков, скверов, полей).

Косвенное, то есть непреднамеренное влияние человека на природу происходит путем изменения среды обитания организмов. Строительство водохранилищ приводит к изменению режима рек, многократная распашка земель – к эрозии почв и опустыниванию, загрязнение воздуха выхлопными газами – к отравлению животных и растений, обитающих рядом с дорогами и т.д.

Комплексное воздействие людей на живую природу сочетает в себе прямые и косвенные факторы. В результате такого влияния окружающая среда медленно, но существенно изменяется. Например, при расширении границ населенных пунктов происходит вырубка лесов, в результате чего лесные виды животных с измененных людьми территорий исчезают, на их место приходят городские виды: вороны, крысы, домашние собаки, кошки и т. д.

Выделяют следующие типы антропогенных факторов:

1. Разрушительные антропогенные факторы ведут чаще всего в невосполнимой утрате природных богатств. Пример, охота, выжигание лесов.

2. Стабилизирующие факторы представляют собой целенаправленные воздействия по замедлению разрушения при осознании экологической угрозы. Например, выращивание на городских улицах растений, устойчивых к загрязнению от транспортных средств.

3. Конструктивные факторы заключаются в целенаправленном действии, результат которого должен заключаться в восстановлении нарушенного ландшафта. Например, превращение карьеров в зеленые зоны, восстановление редких видов животных.

Виды антропогенных влияний

Все антропогенные факторы делят на физические, химические, биологические и социальные.

Физические воздействия на живые организмы происходят в результате активной человеческой деятельности. К ним относятся:

Использование человеком атомной энергии, приводящее к повышению интенсивности ионизирующего излучения.

Эксплуатация всевозможных электрических приборов, создающих вокруг себя электрические и магнитные поля.

Создание источников шума: рев двигателей автомобилей и мотоциклов, шум от железнодорожного и авиатранспорта, грохот на промышленных предприятиях и т.д.

Химическое воздействие человек оказывает:

- применяя всевозможные химикаты и яды в сельском хозяйстве, на производстве и в быту;
- загрязняя почву, воду и воздух промышленными отходами, выхлопными газами, токсичным мусором;
- употребляя алкоголь, табак, наркотики, лекарственные средства синтетического происхождения и т.д.

Биологические факторы – это воздействие человека на окружающую среду при производстве продуктов питания (ведение сельского хозяйства), а также влияние на организмы, для которых сам человек является средой обитания и источником пищи (бактерии, вирусы, паразиты).

Социальное воздействие людей на природу связано с их жизнью в обществе. Взаимоотношения между странами, военные конфликты и даже договорённости с соседями по даче могут оказать существенное влияние как на жизнедеятельность небольшой группы организмов, так и на целую экосистему.

Отрицательные последствия антропогенных факторов.

Воздействие человека на природу носит по большей части деструктивный характер. Именно люди стали причиной исчезновения

многих видов животных и растений, истребляя их целенаправленно или разрушая привычные им места обитания. Примером таких воздействий может служить полное исчезновение с лица Земли камерунского подвида чёрного носорога, ставшего жертвой браконьеров из-за своих рогов. Этот подвид объявили вымершим не так давно – в 2011 г.

Кроме того, активная хозяйственная деятельность человека угрожает уже не только отдельным уязвимым видам животных и растений, но и всему живому на нашей планете. Вырубка лесов, осушение болот, извлечение невосполнимых природных ресурсов, загрязнение окружающей среды токсичными веществами, парниковый эффект, кислотные дожди и прочие негативные антропогенные факторы нарушают экологическое равновесие, лишая живую природу механизмов саморегуляции.

Положительные последствия антропогенных факторов.

Воздействие человека на природу может иметь и положительные стороны. Разумное природопользование и бережное отношение к окружающей среде способствуют сохранению видового разнообразия живых существ. Такие меры, как лесомелиорация и преднамеренная интродукция растений позволяют восстановить разрушенные по каким-либо причинам ландшафты. Разработка охранных мероприятий, создание заповедников, заказников и национальных парков помогают сохранять уникальную флору и фауну, а селекция и дальнейшее разведение животных и растений приводят к возникновению видов, способных выживать в изменяющихся условиях окружающей среды. Примером удачного скрещивания разных видов животных является появление на Земле зубробизона – гибрида зубра и американского бизона. Представители нового вида дают плодовитое потомство как при скрещивании между собой, так и с представителями исходных видов.

Все факторы среды взаимосвязаны, и среди них нет абсолютно безразличных для любого организма. Популяция и вид в целом реагируют на эти факторы, воспринимая их по-разному. Такая избирательность обусловливает и избирательное отношение организмов к заселению той или иной территории.

Рациональное и продуманное пользование природными ресурсами приводит к сохранению видового разнообразия. Положительно на природные ресурсы влияют такие меры как: лесомелиорация, разработка и развитие охранных мероприятий; создание особо охраняемых природных территорий; организация заповедников, заказников и национальных парков. Данные мероприятия позволяют не только сохранить флору и фауну, но и приводит к появлению живых организмы, способных выживать в изменяющихся условиях окружающей среды.

Понимание важности сохранения окружающей среды, восстановление естественных экосистем и другие природоохранные мероприятия ведут к снижению отрицательных последствий антропогенного воздействия на окружающую среду.

Способы уменьшения антропогенных факторов

Для уменьшения антропогенных факторов следует:

– иметь представление о допустимом уровне загрязнения окружающей среды;
– обладать информацией о состоянии окружающей среды и динамике ее изменения;
– проводить анализ и оценку на соответствие текущего и планируемого состояния окружающей среды.

Таким, образом, важное значение приобретает постоянный мониторинг состояния окружающей среды, прогноз дальнейшего влияния антропогенных факторов и их оценка.

Принято выделять три уровня мониторинга окружающей среды для оценки антропогенных факторов:

– локальный;
– региональный;
– глобальный.

Законодательством Российской Федерации в области охраны окружающей среды предусмотрены нормативы качества окружающей среды и нормативы допустимого на нее воздействия.

В основу экологической программы должен лечь принцип стабильного развития, который бы обеспечивался комплексной реконструкцией производства, ведущей к уменьшению негативного воздействия на окружающую среду.

Промышленные предприятия должны осуществлять комплекс мер

и мероприятий, значительно снижающих неблагоприятное влияние на природные ресурсы.

Основными методами управления охраной окружающей среды являются *информационные, предупредительные и принудительные меры*.

Можно выделить *перечень мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов:*

– создание большего количества очистных сооружений для промышленных предприятий;
– создание способов очистки сточных вод и переработка жидких отходов;
– обновление или уничтожение накопителей отходов;
– улучшение очисти сточных вод и другие мероприятия.

Для охраны и рационального использования атмосферного воздуха требуется:

– устройство газопылеулавливающих устройств;
– использование устройств для уничтожения вредных веществ и газов;
– создание лабораторий контроля за выбросами;
– снабжение двигателей внутреннего сгорания нейтрализаторами и другие.

Потребление отходов производства и потребления должно осуществляться с учетом следующих мероприятий:

- создание большего количества заводов по переработке отходов;
- создание большего количества установок по получению сырья из отходов производства.

На текущем этапе человеческого развития разработано и применяется ряд мероприятий по снижению негативного влияния на природу. Тем не менее, используемых мер недостаточно, и они не приносят существенного результата. Таким образом, человечеству предстоит провести переосмысление своего отношения к природным ресурсам и найти новые пути для решения уже возникших проблем, а также предупредить их негативное воздействие в будущем. Забота о природе, понимание важности сохранения её богатства, восстановление естественных экосистем и прочие природоохранные мероприятия позволят снизить негативный эффект антропогенного воздействия на окружающую среду и сохранить нашу планету для будущих поколений.

Контрольные вопросы

1. Что изучает аутэкология?
2. Что означает термин адаптация?
3. Какие экологические факторы Вы знаете?
4. Что относится к абиотическим факторам?
5. Какие биотические взаимоотношения Вам известны?
6. Что относится к антропогенным факторам среды, типы и виды антропогенных факторов?
7. Основные методы управления охраны ОС?

Практическое занятие 5.

КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ В БИОСФЕРЕ

Цель занятия: *Ознакомиться с круговоротом энергии и основных веществ биосферы.*

Солнечная энергия на Земле вызывает два круговорота веществ: *большой, или геологический*, совершаемый в течение нескольких геологических периодов с вовлечением в него глубинных слоев литосферы, поднимаемых на поверхность тектоническими силами или вулканической деятельностью, наиболее ярко проявляющийся в круговороте воды и циркуляции атмосферы, и *малый, биологический* (биотический), развивающийся на основе большого и состоящий в непрерывном, циклическом, но неравномерном во времени и пространстве, и сопровождающийся более или менее значительными потерями закономерного перераспределения вещества, энергии и информации в пределах экологических систем различного уровня организации.

Второй более ярко проявляется в жизненных процессах биосферы, первый – в круговороте воды и циркуляции атмосферы. Биологический круговорот веществ развивается на основе большого и имеет ряд циклов. Циркуляция веществ происходит между почвой, растениями, животными и микроорганизмами. В результате жизнедеятельности организмов происходит круговорот углерода, кислорода, азота, фосфора, водорода и других элементов, которые непрерывно циркулируют в живых организмах и среде.

Оба круговорота взаимно связаны и представляют как бы единый процесс. Подсчитано, что весь кислород, содержащийся в атмосфере, оборачивается через организмы (связывается при дыхании и высвобождается при фотосинтезе) за 2000 лет, углекислота атмосферы совершает круговорот в обратном направлении за 300 лет, а все воды на Земле разлагаются и воссоздаются путем фотосинтеза и дыхания за 2 000 000 лет.

Потоки энергии в биосфере. Энергетический обмен.

Энергетический баланс биосферы – соотношение между поглощаемой и излучаемой энергией. Определяется приходом энергии Солнца и космических лучей, которая усваивается растениями в ходе

фотосинтеза, часть преобразуется в другие виды энергии и еще часть рассеивается в космическом пространстве.

Круговорот веществ в биосфере – повторяющиеся процессы превращений и пространственных перемещений веществ, имеющие определенное поступательное движение, выражающееся в качественных и количественных различиях отдельных циклов.

В современном понимании биосфера Земли представляет собой глобальную открытую систему со своим «входом» и «выходом». Ее вход это поток солнечной энергии, поступающей из космоса и химической энергии – из литосферы, вовлекаемое в биогенный круговорот вещество, наличная внутренняя информация и поток внешней информации. На выходе биосферы – рассеиваемая и излучаемая, преимущественно, тепловая энергия, уходящее из круговорота вещество, реорганизованная внутренняя информация и поток исходящей информации.

Поддержание жизнедеятельности организмов и круговорот веществ в экосистемах возможны только за счет постоянного притока солнечной энергии. Эта энергия в огромном количестве растрачивается на физические и химические процессы в атмосфере, гидросфере и литосфере: перемешивание воздушных потоков и водных масс, испарение, перераспределение веществ, растворение минералов, поглощение и выделение газов.

Только 1/2000000 часть солнечной энергии достигает поверхности Земли, при этом 1–2 % ее ассимилируется растениями.

На Земле существует единственный процесс, при котором энергия солнечного излучения не только тратится и перераспределяется, но и связывается, запасается на очень длительное время.

Этот процесс – создание органического вещества в ходе фотосинтеза. Сжигая в топках каменный уголь, мы освобождаем и используем солнечную энергию, запасенную растениями сотни миллионов лет назад.

Основная планетарная функция растений (аутотрофов) заключается в связывании и запасании солнечной энергии, которая затем расходуется на поддержание биохимических процессов в биосфере. Гетеротрофы получают энергию с пищей. Все живые существа являются объектами питания других, т.е. связаны между собой энергетическими отношениями. Пищевые связи в биоценозах являются механизмом передачи энергии от одного организма к другому.

Организмы любого вида являются потенциальным источником энергии для другого вида. В каждом сообществе трофические связи образуют сложную сеть.

Энергетический баланс консументов складывается следующим образом. Поглощенная пища обычно усваивается не полностью. Процент усвояемости зависит от состава пищи и наличия пищеварительных ферментов организма. У животных ассимилируется в процессе обмена веществ от 12 до 75 % пищи. Неусвоенная часть пищи вновь возвращается во внешнюю среду (в виде экскрементов) и может быть вовлечена в другие цепи питания.

Большая часть энергии, полученной в результате расщепления пищевых веществ, расходуется на физиологические процессы в организме, меньшая часть – трансформируется в ткани самого организма, т.е. расходуется на рост, увеличение массы тела, откладывание запасных питательных веществ.

Передача энергии в химических реакциях в организме происходит, согласно второму закону термодинамики, с потерей части ее в виде тепла. Особенно велики эти потери при работе мышечных клеток животных, коэффициент полезного действия которых очень низок.

Траты на дыхание также во много раз больше энергетических затрат на увеличение массы организма. Конкретные соотношения зависят от стадии развития и физиологического состояния особей. У молодых особей траты на рост больше, тогда как зрелые особи используют энергию практически исключительно на поддержание обмена веществ и физиологических процессов.

Таким образом, большая часть энергии при переходе от одного звена пищевой цепи к другому теряется, т.к. другим, следующим, звеном может быть использована только энергия, заключенная в биомассе предыдущего звена. Подсчитано, что эти потери составляют около 90 %, т.е. только 10 % потребленной энергии аккумулируется в биомассе.

В соответствии с этим, запас энергии, накопленный в растительной биомассе, в цепях питания стремительно иссякает. Потерянная энергия может быть восполнена только за счет энергии Солнца. В связи с этим, в биосфере не может быть круговорота энергии, подобного круговороту веществ. Биосфера функционирует только за счет однонаправленного потока энергии, постоянного поступления ее извне в виде солнечного излучения.

Таким образом, поток энергии в биосфере разбивается на два основных русла, поступая к консументам через живые ткани растений или запасы мертвого органического вещества, источником которого также является фотосинтез.

Взаимодействие абиотических факторов и живых организмов экосистемы сопровождается непрерывным круговоротом вещества между биотопом и биоценозом в виде чередующихся то органических, то минеральных соединений. Обмен химических элементов между живыми организмами и неорганической средой, различные стадии которого происходят внутри экосистемы, называют биогеохимическим круговоротом, или биогеохимическим циклом.

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

Рассмотрим более подробно основные биохимические круговороты

Круговорот воды. Во всех трех главных составных частях биосферы: атмосфере, гидросфере, литосфере вода распространена в трёх физических фазах (жидкое, твердое и газообразное).

Все воды объединяются общим понятием «гидросферы». Составные части гидросферы связаны между собой постоянным обменом и взаимодействием. Вода, непрерывно переходя из одного состояния в другое, совершает малый и большой круговороты. Испарение воды с поверхности океана, конденсация водяного пара в атмосфере и выпадение осадков на поверхность океана образует малый круговорот. Когда водяной пар переносится воздушными течениями на сушу, круговорот становится значительно сложнее. При этом часть осадков испаряется и поступает обратно в атмосферу, другая – питает реки и водоемы, но в итоге вновь возвращается в океан речным и подземным стоками, завершая тем самым большой круговорот.

Над океанами выпадает 7/9 общего количества осадков, а над континентами 2/9. Замкнутая, бессточная часть суши в 3,5 раза беднее осадками, чем периферийная часть суши. Вода, выпавшая на сушу, в процессе фильтрации через почву обогащается минеральны-

ми и органическими веществами, образуя подземные воды. Вместе с поверхностными стоками она поступает в реки, а затем в океаны. Поступление воды в Мировой океан (осадки, приток речных вод) и испарение с его поверхности составляет 1260 мм в год.

Несмотря на относительно малую толщину слоя водяного пара в атмосфере (0,03 м), именно атмосферная влага играет основную роль в циркуляции воды и ее биогеохимическом круговороте. В целом для всего земного шара существует один источник притока воды – атмосферные осадки и один источник расхода – испарение, составляющее 1030 мм в год. В жизнедеятельности растений огромная роль воды принадлежит осуществлению процессов фотосинтеза (важнейшее звено биологического круговорота) и транспирации. Подсчитано, что 1 га елового леса на влажной почве за год транспирирует около 4000 м3 воды, что эквивалентно 378 мм осадков. Суммарное испарение, или масса воды, испаряемой древесной или травянистой растительностью, испарившейся с поверхности почвы, играет важную роль в круговороте воды на континентах. Грунтовые воды, проникая сквозь ткани растений в процессе транспирации, привносят минеральные соли, необходимые для жизнедеятельности самих растений.

Данные по круговороту воды на земном шаре позволяют вычислить активность водообмена в различных частях гидросферы (табл.)

Таблица. Активность водообмена в гидросфере
(по М.И. Львовичу)

Часть гидросферы	**Объем (с округлением), тыс. км^3**	**Активность водообмена, число лет**
Океан	1370000	3000
Подземные воды	60000	5000
В т. ч. зоны активного водообмена	4000	300
Полярные ледники	24000	8000
Поверхностные воды суши	280	7
Реки	1,2	0,03
Почвенная влага	80	1
Пары атмосферы	14	0,027
Вся гидросфера	1454000	2800

Водный характер биосферы явился в своё время важнейшим условием для возникновения жизни.

Общий запас воды в биосфере составляет около 1500 млн. км^3, причём около 97% приходится на жидкую солёную воду (средняя толщина слоя равна 2700-2800 м). Условная толщина пресной воды выражается следующими цифрами: лёд – 50 м; грунтовые воды – 15 м; озёра и реки – 0,4 м; водяной пар – всего 0,03 м. В Российский Федерации сосредоточено 10% запасов пресной воды мира.

В год с поверхности океана в среднем испаряется около 116-124 см воды, с суши – около 47 см. В то же время в океан выпадает 107-114 см осадков и вливается с речным стоком около 10 см. На сушу выпадает в среднем 57 см осадков. Таким образом, и на море, и на суше расход и приход воды балансируется. Балансируется и общий обмен водой между океаном и сушей. Полный круговорот воды океана (путём испарения) происходит примерно за 10 млн. лет.

Круговорот кислорода. В первичной атмосфере Земли кислорода было мало или совсем не было, поэтому первые организмы были анаэробными. Накопление кислорода началось в докембрии и он по сути является биогенным (образуется в результате фотосинтеза). Сейчас запасы свободного кислорода оцениваются приблизительно в $1{,}6\times10^{15}$ т. Кислород является самым распространенным элементом на Земле. В гидросфере его содержится 85,82% по массе, в литосфере 47%, в атмосфере 23,15%.

В живых организмах содержится в среднем около 70% кислорода. Он входит в состав большинства органических соединений (белков, жиров, углеводов и т.д.). Свободный кислород играет большую роль в биохимических и физиологических процессах, особенно в аэробном дыхании. В целом, в круговороте кислорода в биосфере основную роль играют живые организмы. Обновление свободного кислорода атмосферы за счет фотосинтеза происходит примерно за 2000 лет.

Кислород (O_2) играет важную роль в жизни большинства живых организмов на нашей планете. В количественном отношении это главная составляющая живой материи.

Например, если учитывать воду, которая содержится в тканях, то тело человека содержит 62,8% кислорода и 19,4% углерода. В целом в биосфере этот элемент по сравнению с углеродом и водородом

является основным среди простых веществ. В пределах биосферы происходит быстрый обмен кислорода с живыми организмами или их остатками после гибели. Растения, как правило, производят свободный кислород, а животные являются его потребителями путем дыхания. Будучи самым распространенным и подвижным элементом на Земле, кислород не лимитирует существование и функции экосферы, хотя доступность кислорода для водных организмов может временно и ограничиться. Круговорот кислорода в биосфере необычайно сложен, так как с ним в реакцию вступает большое количество органических и неорганических веществ. В результате возникает множество эпициклов, происходящих между литосферой и атмосферой или между гидросферой и двумя этими средами. Круговорот кислорода в некотором отношении напоминает обратный круговорот углекислого газа. Движение одного происходит в направлении, противоположном движению другого

В верхних слоях атмосферы при действии ультрафиолетовой радиации на кислород образуется *озон* (O_3), который служит своеобразным УФ-фильтром: задерживает значительную часть жестких ультрафиолетовых лучей, делая возможным жизнь на Земле.

Круговорот углерода. Основным резервным фондом углерода в биосфере является CO_2 атмосферы. Поэтому круговорот углерода целесообразно рассматривать на примере газового баланса CO_2 в атмосфере. Нельзя забывать, что определенную роль при этом играет и угарный газ (CO), который является продуктом горения.

Ежегодно зеленые растения Земли извлекают из атмосферы до 300 млрд. т CO_2, что совпадает с итоговым поступлением этого газа в атмосферу от разных источников (дыхание живых организмов, промышленность, транспорт и т.д.).

Углекислый газ биосферы обменивается и обновляется живыми организмами за 395 лет.

Содержание углекислого газа в атмосфере до промышленной революции, в 1800 г составляло 0,029%, а в настоящее время ее содержание повысилось до 0,033%. В океане этого газа растворено в 50 раз больше.

Углерод в больших количествах содержится в земной коре, прежде всего в карбонатных породах - 9,6•1015 т и горючих ископаемых (угли, нефть, сланцы, битумы, газы, торф).

В круговороте углерода определенную роль играют CO и CO2. Часто в биосфере Земли углерод представлен наиболее подвижной формой CO2. Источником первичной углекислоты биосферы является вулканическая деятельность, связанная вековой дегазацией мантии и нижних горизонтов земной коры.

Миграция CO2 в биосфере протекает двумя путями.

Первый путь заключается в поглощении его в процессе фотосинтеза с образованием глюкозы и других органических веществ, из которых построены все растительные ткани. В дальнейшем они переносятся по пищевым цепям и образуют ткани всех остальных живых существ экосистемы. Следует заметить, что вероятность отдельно взятого углерода «побывать» в течение одного цикла в составе многих организмов мала, потому что при каждом переходе с одного трофического уровня на другой велика возможность, что содержащая его органическая молекула будет расщеплена в процессе клеточного дыхания для получения энергии. Атомы углерода при этом вновь поступают в окружающую среду в составе углекислого газа, таким образом завершив один цикл и приготовившись начать следующий. В пределах суши, где имеется растительность, углекислый газ атмосферы в процессе фотосинтеза поглощается в дневное время. В ночное время часть его выделяется растениями во внешнюю среду. С гибелью растений и животных на поверхности происходит окисление органических веществ с образованием CO2.

Атомы углерода возвращаются в атмосферу и при сжигании органического вещества. Важная и интересная особенность круговорота углерода состоит в том, что в далекие геологические эпохи, сотни миллионов лет назад, значительная часть органического вещества, созданного в процессах фотосинтеза, не использовалась ни консументами, ни редуцентами, а накапливалась в литосфере в виде ископаемого топлива; нефти, угля, горючих сланцев, торфа и др. Это ископаемое топливо добывается в огромных количествах для обеспечения энергетических потребностей нашего индустриального общества. Сжигая его, мы в определенном смысле завершаем круговорот углерода.

По второму пути миграция углерода осуществляется созданием карбонатной системы в различных водоемах, где CO2 переходит в H2CO3, HCO13, CO23. С помощью растворенного в воде кальция

(или магния) происходит осаждение карбонатов (СаСО3) биогенным и абиогенным путями. Образуются мощные толщи известняков. По А. Б. Ронову, отношение захороненного углерода в продуктах фотосинтеза к углероду в карбонатных породах составляет 1:4. Существует наряду с большим круговоротом углерода и ряд малых его круговоротов на поверхности суши и в океане.

В целом же без антропогенного вмешательства содержание углерода в биогеохимических резервуарах: биосфере (биомасса+почва и детрит), осадочных породах, атмосфере и гидросфере, – сохраняется с высокой степенью постоянства. По Т.А. Акимовой, В.В. Хаскину (1994), постоянный обмен углеродом, с одной стороны, между биосферой, а с другой – между атмосферой и гидросферой, обусловлен газовой функцией живого вещества – процессами фотосинтеза, дыхания и деструкции, и составляет около 6×1010 т/год. Существует поступление углерода в атмосферу и гидросферу и при вулканической деятельности в среднем 4,5ччччч106 т/год. Общая масса углерода в ископаемом топливе (нефть, газ, уголь и др.) оценивается в 3,2×1015 т, что соответствует средней скорости накопления 7 млн т/год. Это количество по сравнению с массой циркулирующего углерода незначительное и как бы выпадало из круговорота, терялось в нем. Отсюда степень разомкнутости (несовершенства) круговорота составляет 10–4, или 0,01%, а соответственно степень замкнутости – 99,99%. Это означает, с одной стороны, что каждый атом углерода принимал участие в цикле десятки тысяч раз, прежде чем выпал из круговорота, оказался в недрах. А с другой стороны – потоки синтеза и распада органических веществ в биосфере с очень высокой точностью подогнаны друг к другу.

В постоянном круговороте находится 0,2% мобильного запаса углерода. Углерод биомассы обновляется за 12, атмосферы – за восемь лет. Огромный контраст между краткостью данных периодов, постоянством и возрастом биосферы подтверждает высочайшую сбалансированность «мира углерода».

Высокие концентрации углекислого газа оказывают неблагоприятные воздействия на организм человека. Это наблюдается уже при достижении CO_2 в воздухе – 3%. При 10%, человек теряет сознание и умирает вследствие остановки дыхания. При 20%, у человека за несколько секунд происходит паралич.

Постепенное увеличение концентрации CO_2 в составе атмосферного воздуха приводит потеплению климата вследствие, так называемого «парникового эффекта». Дело в том, что углекислый газ хорошо пропускает видимые солнечные световые лучи, которые, достигая поверхности материков и океанов, нагревают землю и воду и преобразуются в тепловые лучи, которые уже через слой CO_2 не проходят. В результате в приземном слое атмосферы накапливается тепловая энергия, что приводит к глобальному потеплению, таянию ледников и поднятию уровня мирового океана. Эта проблема является одной из основных глобальных проблем современного человечества, которую удастся решить лишь всем миром.

Круговорот азота. Азот – незаменимый биогенный элемент, так как входит в состав белков и нуклеиновых кислот. Этот элемент составляет около 79% атмосферного воздуха. В биомассе литосферы содержится около 10 млрд. т азота, а в биомассе гидросферы около 300 млн. т. В биомассе азот находится в составе животных и растительных белков и аминокислот.

Естественный цикл азота является более сложным, чем углерода. Большинство биологических форм не могут усваивать газообразный азот. Поэтому сначала происходит фиксация азота - превращение N_2 в неорганические и органические соединения, как физико-химическим, так и биологическим путем. Основными фиксаторами азота являются бактерии, грибки и водоросли (прежде всего синезеленые). Например, клубеньковая бактерия Rhizobium, проникая в корневые волоски растений семейства бобовых, превращает азот в нитраты.

В процессе цикла «продуцент – консумент – редуцент» нитраты становятся составной частью белков, нуклеиновых кислот и других компонентов. Погибшие организмы являются объектом деятельности редуцентов – бактерий и грибов, при этом они азот превращают в аммиак. И далее в нитрит и обратно газообразный азот.

Полный круговорот азота атмосферы путём окисления электрическими разрядами, фотохимическим путём и биологической фиксацией происходит за 1 млрд. лет.

Круговорот фосфора. Фосфор, необходимый животным и растениям для энергообмена и построения белков протоплазмы, поступает в круговорот за счет эрозии фосфатных пород и гуано, минерализации продуктов жизнедеятельности и органических остатков. Фосфа-

ты потребляются растениями. Не образующий летучих соединений фосфор имеет тенденцию накапливаться в море. Вынос фосфора из моря на сушу осуществляется в основном с рыбой и с пометом морских птиц.

При рассмотрении круговорота фосфора в масштабе биосферы за относительно короткий период можно отметить, что он полностью не замкнут, поскольку из океанов на сушу, в естественных условиях, весь фосфор не возвращается.

Круговорот серы. Сера относится к весьма распространенным химическим элементам, которые встречаются в свободном состоянии - самородная сера и в виде соединений – сульфидов, полисульфидов и сульфатов. Известно более 150 минералов серы, среди которых доминируют сульфаты. В природе широко распространены процессы окисления сульфидов до сульфатов, которые обратно восстанавливаются до H_2S и сульфидов. Эти реакции происходят при активном участии микроорганизмов, прежде всего десульфирующих бактерий и серобактерий.

В виде органических и неорганических соединений сера постоянно присутствует во всех живых организмах и является важным биогенным элементом, она входит в состав широко распространенных соединений: аминокислот, коферментов, витаминов.

Организмы в основном состоят из вышеперечисленных элементов, однако они не смогут жить, если не будут содержать в достаточных количествах некоторые катионы: калий, кальций, магний и натрий, которые относятся к группе макроэлементов (их содержание выражается в сотых долях сухого вещества).

Некоторые вещества нужны организмам в очень маленьких количествах, к ним, например, относятся железо, бор, цинк, медь, марганец, молибден и анион хлора. Микроэлементы выражаются в миллионных долях сухого вещества. В пищевую цепь они поступают в основном через круговорот воды. Они обладают высокой биологической активностью и участвуют во всех процессах жизнедеятельности: белковом, жировом, углеводном, витаминном, минеральном обмене, газо- и теплообмене, тканевой проницаемости, клеточном делении, образовании костного скелета, кроветворении, росте, размножении, иммунобиологических реакциях.

Главное свойство жизни биосферного масштаба – высокая химическая активность живых организмов, их подвижность и способность к самовоспроизведению и эволюции. В поддержании жизни как планетарного явления важнейшее значение имеет разнообразие ее форм – биологическое разнообразие. Совместная деятельность различных живых организмов, относящихся к разным трофическим уровням, обеспечивает закономерный *круговорот отдельных элементов и химических соединений в биоциклах* биосферы.

Задание 1. Рассмотрите рис. 1. и дайте описание главных процессов, в сумме составляющих круговорот углерода.

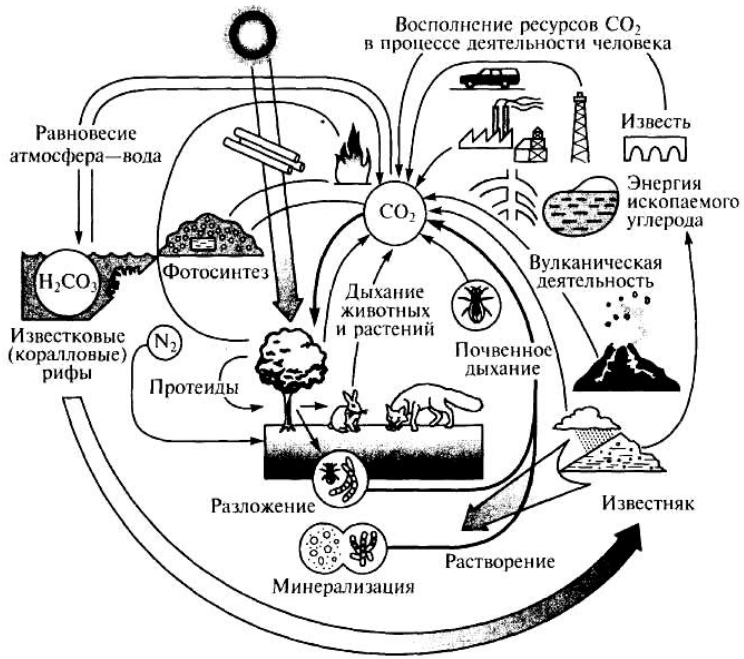


Рис.1. Круговорот углерода
(по С.Г. Мамонтову и др., 2006).

Задание 2. Изучите схему на рис. 2. и дайте характеристику важнейших процессов, обеспечивающих круговорот азота, – *азотфиксации, нитрификации, денитрификации*. Какие организмы участвуют в этих процессах?

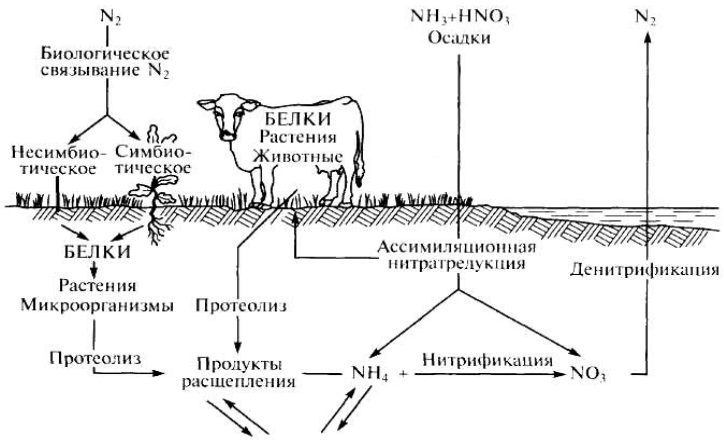


Рис. 2. Фрагмент круговорота азота (по С. Г. Мамонтову и др., 2006).

Практическое занятие 6.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЧВЫ

Цель занятия: *Изучить состояние земельных ресурсов, их функции, причины деградации, источники загрязнения.*

Возникновение проблем окружающей человека среды обусловлено нарушением природного равновесия. Прослеживается прогресс человечества связанного безусловной зависимостью человека от состояния живой природы, требованием подчинения ее законам.

1. Состояние земельных ресурсов на современном этапе

Верхняя часть литосферы, которая непосредственно выступает как минеральная основа биосферы, в настоящее время подвергается все более возрастающему антропогенному воздействию.

Почвенный покров – важнейшее природное образование. Его роль в жизни общества определяется тем, что почва представляет главный источник продовольствия, обеспечивающий 95-97% продовольственных ресурсов населения планеты. Особое свойство почвенного покрова - его плодородие, под которым понимается совокупность свойств почвы, обеспечивающих урожай сельскохозяйственных культур. Почвенный покров принадлежит к саморегулирующейся биологической системе, являющейся важнейшей частью биосферы в целом. Площадь земельных ресурсов мира составляет 129 млн. км^2, или 86,5% площади суши. Земельные ресурсы планеты позволяют обеспечить продуктами питания больше населения, чем имеется в настоящее время. Вместе с тем в связи с ростом народонаселения количество пашни на душу населения постоянно сокращается. Для России обеспеченность пашней на душу населения составляет почти 0,82 га, что значительно выше мирового показателя. Земельный фонд РФ составляет примерно 1710 млн. га (14 800 млн. га площадь суши планеты, из которых 28% - это леса, 17% луга и пастбища, 10% обрабатываемые земли и 45% занимают пустыни, полупустыни, ледники, вечные снега, селения, промышленные предприятия, или территория без полноценного почвенного покрова).

Любой урожай, выращенный на земле, уносит из нее минеральные элементы. Например, урожай картофеля 136 ц/га уменьшает содержание азота в почве на 48,2, фосфора на 19 и калия на 86 кг.

Антропогенное воздействие на почву не должно превышать пределы, за которыми снижается производительность агроэкосистемы, нарушается ее устойчивость и стабильность функционирования, а всякая сельскохозяйственная культура должна возделываться в условиях, к которым она наиболее экологически приспособлена. Факторами почвообразования (по В.В. Докучаеву) являются следующие: почвообразующие породы, растительные и животные организмы, климат, рельеф, вода (почвенная и грунтовая), а также хозяйственная деятельность человека. Главное достояние почвы – это ее плодородный слой, восстановление которого, например, толщиной 2 - 3 см возможно за 200 - 1000 лет. Почва является элементом малого круговорота вещества, то есть биологический круговорот: почва - растение – почва, а также, связана с большим геологическим круговоротом веществ через вынос питательных элементов в ручьи, моря, океаны, где они, в конце концов, откладываются в виде осадочных пород. Состояние земельных ресурсов РФ вызывает большую тревогу. На территории страны повсеместно отмечается снижение естественного плодородия и деградация земель из-за эрозии, засоления и техногенного воздействия. Среди сельскохозяйственных угодий порядка 100 млн. га засоленных и с солонцовыми комплексами почв, более 50 млн. га эродированных, 30 млн. га каменистых угодий, 15 млн. га переувлажненных и заболоченных почв. Из кормовых угодий 6 млн. га покрыто кустарниками или залесено. Плодородие почв неуклонно снижается. В среднем по стране за последние 25 лет содержание гумуса в почвах уменьшилось на 0,5%. Сохраняется дефицит в почвах фосфора, калия, кальция и других элементов. Фонд черноземных почв России составляет около 120 млн. га. Это всего лишь около 7% общей площади, но на ней размещается более половины всей пашни и производится около 80% все земледельческой продукции. Черноземы европейской территории страны уже потеряли до 25% гумуса.

По Б. Г. Розанову (1990), почвы и почвенный покров Земли выполняют, по крайней мере, семь важнейших глобальных и экологических функций:

- *функция поддержания существования жизни на Земле, которая обусловлена тем, что почва аккумулирует в доступных формах элементы питания, запасы воды, создает оптимальные условия для укоренения растений, обитания микроорганизмов, позвоночных и беспозвоночных животных;*
- *обеспечение постоянного взаимодействия большого геологического и малого биологического круговоротов веществ;*
- *регулирование состава атмосферы и природных вод;*
- *регулирование интенсивности биосферных процессов, в частности плотности и продуктивности населяющих поверхность почвы организмов;*
- *накопление на земной поверхности органического вещества - гумуса и связанной с ним энергии;*
- *защита литосферы от излишне интенсивного воздействия экзогенных факторов, вызывающих разрушение горных пород;*
- *почва - незаменимый природный ресурс, поскольку именно почва посредством живых организмов обеспечивает человека продовольствием, топливом, строительными материалами, сырьем для многих видов промышленности.*

2. Воздействия на почвы.

Почва - один из важнейших компонентов окружающей среды. Все ее основные экологические функции замыкаются на одном обобщающем показателе - почвенном плодородии. Отчуждая с полей основной и побочный урожай, человек размыкает биологический круговорот веществ, нарушает способность почвы к саморегуляции и снижает ее плодородие. Даже частичная потеря гумуса и, как следствие, снижение плодородия, не дает почве возможность выполнять в полной мере свои экологические функции, и она начинает деградировать, то есть ухудшать свои свойства. К деградации почв ведут и другие причины, преимущественно антропогенного характера.

В наибольшей степени деградируют почвы агроэкосистем. Причина неустойчивого состояния агроэкосистем обусловлена их упрощенным фитоценозом, который не обеспечивает оптимальную саморегуляцию, постоянство структуры и продуктивности. И если у природных экосистем биологическая продуктивность обеспечивается действием естественных законов природы, то выход урожая в агроэкосисте максимально и всецело зависит от такого субъективного фактора, как человек, уровня его агрономических знаний, технической оснащенности, социально-экономических условий и так далее, а значит, остается непостоянным.

Основные виды антропогенного воздействия на почвы следующие:

- эрозия (ветровая и водная);
- загрязнение;
- вторичное засоление и заболачивание;
- опустынивание;
- отчуждение земель для промышленного и коммунального строительства.

Эрозия почв

Под эрозией почв понимают разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром или потоками воды. Что и является ветровой и водной эрозией почв. Такие земли приобретают статус эродированных земель.

Помимо основных видов перечисленных выше эрозий существуют:

- промышленная (разрушение сельскохозяйственных земель при строительстве и разработке карьеров);
- военная (воронки, траншеи);
- пастбищная (при интенсивной пастьбе скота);
- ирригационная (разрушение почв при прокладке каналов и нарушении норм поливов) и др.

Под ветровой эрозией понимают выдувание, перенос и отложение мельчайших почвенных частиц ветром. Интенсивность ветровой эрозии зависит от скорости ветра, устойчивости почвы, наличия растительного покрова, особенностей рельефа и от других факторов. Огромное влияние на ее развитие оказывают антропогенные факторы. Например, уничтожение растительности, нерегулируемый выпас скота, неправильное применение агротехнических мер резко активизируют эрозионные процессы.

Различают местную (повседневную) ветровую эрозию и пыльные бури. Первая проявляется в виде поземок и столбов пыли при небольших скоростях ветра.

Пыльные бури возникают при очень сильных и продолжительных ветрах. Скорость ветра достигает 20—30 м/с и более. Наиболее часто пыльные бури наблюдаются в засушливых районах (сухие степи, полупустыни, пустыни). Пыльные бури безвозвратно уносят самый

плодородный верхний слой почв, негативно влияют на все компоненты окружающей среды, загрязняют атмосферный воздух, водоемы, отрицательно влияют на здоровье человека.

Под водной эрозией понимают разрушение почв под действием временных водных потоков. Различают следующие формы водной эрозии: плоскостную, струйчатую, овражную, береговую. Как и в случае ветровой эрозии, условия для проявления водной эрозии создают природные факторы, а основной причиной ее развития является производственная и иная деятельность человека. В частности, появление новой тяжелой почвообрабатывающей техники, разрушающей структуру почвы. Другие негативные антропогенные факторы: уничтожение растительности и лесов, чрезмерный выпас скота, отвальная обработка почв и др. Среди различных форм проявления водной эрозии значительный вред окружающей среде и в первую очередь почвам приносит овражная эрозия. Экологический ущерб от оврагов огромен. Овраги уничтожают ценные сельскохозяйственные земли, способствуют интенсивному смыву почвенного покрова, заливают малые реки и водохранилища, создают густорасчлененный рельеф.

Загрязнение почв

Поверхностные слои почв легко загрязняются. Большие концентрации в почве различных химических соединений - токсикантов пагубно влияют на жизнедеятельность почвенных организмов. При этом теряется способность почвы к самоочищению от болезнетворных и других нежелательных микроорганизмов, что чревато тяжелыми последствиями для человека, растительного и животного мира. Основные загрязнители почвы:

- отходы и отбросы;
- нефть и нефтепродукты;
- ядохимикаты (пестициды);
- газодымовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу;
- минеральные удобрения.

Наиболее опасны пестициды. Их влияние на здоровье человека многие ученые приравнивают к воздействию радиоактивных веществ на население. Ежегодно производится более миллиона тонн пестицидов. Только в России используется более 100 индивидуальных пес-

тицидов при общем годовом объеме их производства 100 тыс. тонн. Растет мировое производство ядохимикатов, увеличивается число их типов. Установлено, что при применении пестицидов наряду с некоторым увеличением урожайности отмечается рост видового состава вредителей, ухудшаются пищевые качества и сохранность продукции, утрачивается естественное плодородие. Подавляющая часть применяемых ядохимикатов попадает в окружающую среду (воду, воздух), минуя виды-мишени. Пестициды вызывают глубокие изменения всей экосистемы, действуя на все живые организмы, в то время как человек использует их для уничтожения весьма ограниченного числа видов организмов. В результате наблюдается интоксикация огромного числа других биологических видов (полезных насекомых, птиц) вплоть до их исчезновения. К тому же человек старается использовать значительно больше пестицидов, чем это необходимо, и еще более усугубляет проблему.

Среди ядохимикатов наибольшую опасность представляют стойкие хлорорганические соединения (ДДТ, ГХБ, ГХЦГ), которые могут сохраняться в почвах в течение многих лет и даже малые их концентрации в результате биологического накопления могут стать опасными для жизни организмов. Но и в ничтожных концентрациях пестициды подавляют иммунную систему организма, а в более высоких концентрациях обладают выраженными мутагенными и канцерогенными свойствами. Попадая в организм человека, пестициды могут вызвать не только быстрый рост злокачественных новообразований, но и поражать организм генетически, что может представлять серьезную опасность для здоровья будущих поколений. Поэтому применение наиболее опасного из них - ДДТ в нашей стране и в ряде других стран запрещено.

Общий экологический вред от использования загрязняющих почву пестицидов многократно превышает пользу от их применения. Воздействие ядохимикатов оказывается весьма негативным не только для человека, но и для всей фауны и флоры. Растительный покров оказался очень чувствительным к действию пестицидов, причем не только в зонах его применения, но и в местах, достаточно удаленных от них, из-за переноса загрязняющих веществ ветром или поверхностным стоком воды. Ядохимикаты способны проникать в растения из загрязненной почвы через корневую систему, накапливаться в биомассе и впоследствии заражать пищевую цепь. Неопровержимо доказано, что загрязнение почв пестицидами вызывает не только интоксикацию человека и большого числа видов животных, но и ведет к существенному нарушению воспроизводящих функций и, как следствие, к тяжелым экологическим последствиям. С длительным применением пестицидов связывают также развитие устойчивых растительных вредителей и появление новых вредных организмов, естественные враги которых были уничтожены.

Неумеренное использование минеральных удобрений, есть загрязнение почвы. К минеральным удобрениям относятся неорганические химические соединения, применяемые в сельском хозяйстве в целях повышения плодородия почв. Минеральные макроудобрения - вещества, в состав которых входят основные элементы, повышающие плодородие (азот, фосфор, калий). Нарушение технологии применения приводит к тому, что компоненты азотных удобрений (аммиак, нитраты, мочевина) при чрезмерном внесении в почву могут мигрировать в поверхностные и подземные водоемы, загрязняя их. Экологические последствия этого нарушения в наибольшей степени проявляются при формировании эвтрофии, которая возникает при смыве с почв избыточного количества азота, фосфора и других элементов.

Нитраты, которые являются компонентами нитратных и аммонийно-нитратных удобрений, а также образовавшиеся в почве из аммиака (аммиачная вода), аммония (сульфат аммония) и мочевины амидных азотных удобрений, являются предшественниками синтеза в объектах окружающей среды нитрозосоединений, большинство из которых обладают мутагенными и канцерогенными свойствами. При поступлении нитратов в человеческий организм в концентрации свыше 50 мг/л отмечается их прямое общетоксическое воздействие, в частности возникновение метгемоглобинемии вследствие биологических превращений нитратов в нитриты и другие токсичные соединения азота. Также оказалось, что большое количество нитратов снижает содержание кислорода в почве, а это способствует повышенному выделению в атмосферу двух «парниковых» газов.

Значительную роль в загрязнении почвы играют фосфатные удобрения. Поглощенные почвой фосфаты малоподвижны и лишь 2%

их вымывается из пахотного слоя. Поэтому при чрезмерном применении фосфатных удобрений в почве накапливается Р205 в таком количестве, которое способно тормозить процессы ее самоочищения.

К загрязнению почв приводят отходы и отбросы. Социальный уровень жизни общества определялся производством предметов потребления: от необходимых продуктов питания, посуды, мебели, жилищ и так далее до разнообразных транспортных средств и современной бытовой техники. Рост предметов потребления сопровождается увеличением количества бытовых отходов. В нашей стране количество таких отходов оценивается цифрой около 70 млн. тонн в год, втрое большей величиной - в США, и вдвое меньшей - в Японии. Ежегодный прирост бытовых отходов составляет примерно 3%. Проблема накопления и необходимости удаления твердых бытовых отходов (ТБО) вследствие загрязнения территории особенно остро стоит в крупных городах и мегаполисах с населением свыше 1 млн. жителей.

Анализ ТБО показывает, что основная масса приходится на долю органических компонентов (75-80%), за последние годы существенно возросла доля упаковочных материалов из бумаги, картона и полиэтилена. Основные способы утилизации ТБО захоронение на специально оборудованных полигонах-свалках и сжигание.

Огромный вред для нормального функционирования почв представляют газодымовые выбросы промышленных предприятий. Почва обладает способностью накапливать весьма опасные для здоровья человека загрязняющие вещества, например тяжелые металлы. Вблизи ртутного комбината содержание ртути в почве из-за газодымовых выбросов может повышаться до концентрации, в сотни раз превышающих допустимые. Значительное количество свинца содержат почвы, находящиеся в непосредственной близости от автомобильных дорог. Результаты анализа образцов почвы, отобранных на расстоянии нескольких метров от дороги, показывают 30-кратное превышение концентрации свинца по сравнению с его содержанием (20 мкг/г) в почве незагрязненных районов.

Одной из серьезных экологических проблем России становится загрязнение земель нефтью и нефтепродуктами. Нефть и нефтепродукты рассеиваются в окружающей природной среде повсеместно, так как в современном мире нет такой области хозяйственной деятельности человека, где бы они не использовались. В области, свободной от хозяйственной деятельности человека (заповедники, труднодоступные территории), углеводороды транспортируются с воздушными и водными потоками.

Главные потенциальные источники загрязнения природной среды нефтью и нефтепродуктами - это нефтепромыслы, нефтепроводы, нефтеперерабатывающие предприятия, нефтехранилища, наземный и водный транспорт, перевозящий нефтепродукты. Наиболее распространенный и менее всего управляемый источник - нефтепроводы, по которым перекачивается сырая и товарная нефть, а также различные жидкие нефтепродукты. Нефтепроводы густой сетью располагаются в нефтедобывающих районах, их нитки протягиваются через всю страну, пересекая реки, каналы, горные хребты. Аварии нефтепроводов часто случаются вблизи рек, которыми нефть разносится на большие расстояния.

На территориях нефтепромыслов главными источниками загрязнения являются эксплуатационные и разведочные скважины, из которых происходят аварийные выбросы. На отдельных промыслах число таких скважин достигает нескольких сот. На нефтепромыслах имеются и другие источники загрязнения: трубопроводы, сборные пункты, хранилища, пункты подготовки нефти. В зависимости от положения нефтепромысла в ландшафтно-геохимической системе потоки нефти и нефтяных вод могут захватывать и смежные территории. Нефтеперерабатывающие предприятия и заводы (НПЗ) и нефтехранилища - локальные источники загрязнения. Они загрязняют среду главным образом через атмосферу и сточные воды. Единовременные выбросы на почву при этом относительно невелики, но их постоянное действие создает вокруг значительный ареал устойчивого загрязнения.

Прочие антропогенные воздействия на почвы

К таким воздействиям следует отнести вторичное засоление, опустынивание и отчуждение земель.

Борьба с засолением почвы актуальна и в глобальном масштабе. В нашей стране достигнуты значительные успехи в борьбе с засолением почвы, это явление не ликвидировано до сих пор. В условиях орошения возникает способность вторичного содового засоления почв,

так как южные черноземы и каштановые почвы в ряде районов имеют повышенную остаточную солонцеватость и щелочность на глубине 0,5 - 1 м. Присутствие соды в поверхностных горизонтах почвы вызывает ряд сложных трудно устранимых физико-химических процессов, снижающих плодородие почвы.

Основной экологической проблемой орошаемого земледелия в степной и аридной зонах, является предотвращение вторичного засоления почвы. Она может решаться различными методами: гидротехническим (строительство глубокого дренажа), мелиоративным (нормирование поливов), агрономическим (глубокое рыхление почвы).

Проблема, тесно связанная с нормированием качества возвратной (дренажной) воды, сбрасываемой с полей орошения, содержащих включения минеральных удобрений, гербицидов и пестицидов. Она является особенно актуальной для пустынной и полупустынной зон России, где водные ресурсы весьма ограничены и существует опасность их истощения.

Одним из глобальных проявлений деградации почв, да и всей окружающей природной среды в целом, является опустынивание. 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. На территории, подверженной опустыниванию, ухудшаются физические свойства почв, гибнет растительность, заселяются грунтовые воды, резко падает биологическая продуктивность, следовательно, подрывается и способность экосистем восстанавливаться. Опустынивание является одновременно социально-экономическим и природным процессом, оно угрожает примерно 3,2 млрд. га земель, на которых проживают более 700 млн. человек. Особенно опасное положение сложилось в Африке в зоне Сахеля.

Интенсивный выпас скота приводит к чрезмерной нагрузке на пастбища и уничтожению и без того разреженной растительности с низкой естественной продуктивностью. Опустыниванию способствует также массовое выжигание прошлогодней сухой травы, особенно после периода дождей, интенсивная распашка, снижение уровня грунтовых вод и др. Выбитая растительность и сильно разрыхленные почвы создают условия для интенсивного выдувания (дефляции) поверхностного слоя земли. Изменение природных комплексов и их деградация особенно заметны в период засух.

Почвенный покров агроэкосистем необратимо нарушается при отчуждении земель для нужд несельскохозяйственного пользования: строительства промышленных объектов, городов, поселков, для прокладки линейно-протяженных систем, при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. По данным ООН, в мире только при строительстве городов и дорог ежегодно безвозвратно теряется более 300 тыс. га пахотных земель.

Воздействие на горные породы и их массивы

К числу основных антропогенных воздействий на породы относятся: статические и динамические нагрузки, тепловое воздействие, электрические воздействия.

Статистические нагрузки - самый распространенный вид антропогенных нагрузок на горные породы. Это давление строений и зданий достигающих 2 МПа и более. Образуется зона активного изменения горных пород, достигающая глубин 70 -100 м.

Динамические нагрузки - вибрации, удары, толчки и другие динамические нагрузки типичны при работе транспорта, ударных и вибрационных строительных машин, заводских механизмов. Другим видом динамических нагрузок являются взрывы, действие которых сходно с сейсмическими воздействиями. Горные породы разрушают взрывным способом при строительстве автомобильных и железных дорог, гидротехнических плотин, добыче полезных ископаемых.

Тепловое воздействие. Повышение температуры горных пород наблюдается при подземной газификации углей, в основании доменных и мартеновских печей. Как и другие виды воздействия, тепловой антропогенный поток влияет не только на состояние горных пород, но и на другие компоненты окружающей природной среды. Изменяются почвы, подземные воды, растительность.

Электрическое воздействие. Создаваемое в горных породах искусственное электрическое поле порождает блуждающие токи и поля. Наиболее заметно они проявляются на городских территориях, где имеется наибольшая плотность источников электроэнергии. Массивы горных пород и, их поверхностные толщи, в ходе инженерно-хозяйственного освоения подвергаются мощному антропогенному воздействию. При этом развиваются такие опасные ущербообразу-

ющие процессы, как оползни, карст, подтопление, посадочные процессы. Особенно легко подвержены опасным процессам массивы вечномерзлых пород, так как они весьма чувствительны к тепловому антропогенному воздействию. Оползни представляют собой скольжение горных пород вниз по склону под действием собственного веса грунта и нагрузки - фильтрационной, сейсмической или вибрационной. Оползни - явление частое на склонах долин рек, оврагов, берегов морей, искусственных выемок. Оползни нарушают устойчивость массивов горных пород, негативно влияют на многие другие компоненты окружающей природной среды (нарушение поверхностного стока, истощение ресурсов подземных вод при их вскрытии, образование заболоченностей, нарушение почвенного покрова, гибель деревьев).

Подтопление. Процесс подтопления - яркий пример ответной реакции природной среды на действие антропогенных факторов. Подтопление территорий весьма негативно влияет на природную среду. Массивы горных пород переувлажняются и заболачиваются. Активизируются оползни, карст и другие неблагоприятные процессы. В лессовых глинистых грунтах возникают просадки, в глинах - набухание. Просадка в лессовых грунтах приводит к резкой неравномерной осадке, а набухание в глинах - к неравномерному подъему зданий и сооружений. В результате сооружения испытывают деформации, вплоть до полной непригодности к эксплуатации. Причины подтопления разнообразны, но практически всегда связаны с деятельностью человека. Это утечки воды из подземных водонесущих коммуникаций, засыпка естественных оврагов, асфальтирование и застройка территории, нерациональный полив улиц, садов, скверов, барраж подземных вод, фильтрация из водохранилищ, прудов - охладителей АЭС.

Современный этап развития человечества характеризуется бурной экономической деятельностью. В процесс производства вовлечена практически вся биосфера планеты. Оказывается антропогенное воздействие на окружающую среду. То есть, прямое осознанное или косвенное и неосознанное воздействие человека и результатов его деятельности, вызывающее изменение природной среды и естественных ландшафтов, в частности на литосферу. Агрессивное и неразумное инженерно-хозяйственное освоение ресурсов может привести к таким опасным ущербообразующим процессам, как оползни, карст, подтопление, посадочные процессы.

Контрольные вопросы

1. Почвенный покров, факторы почвообразования?
2. Значение плодородия для сельского хозяйства?
3. Какие функции выполняют почвы?
4. Причины деградации почв?
5. Эрозия почв, виды?
6. Загрязнение почв, основные загрязнители почв?
7. Антропогенное воздействие на горные породы?

Практическое занятие 7.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В РСО-АЛАНИЯ

Природные ресурсы – природные объекты, используемые в прошлом, настоящем и будущем для прямого и непрямого потребления, способствующие созданию материальных богатств, воспроизводству человеческих ресурсов, поддержанию условий существования человечества и повышающие качество жизни. Земля - основной ресурс сельскохозяйственного производства, его активный элемент и материальная основа.

Земельные ресурсы – это особый вид природных ресурсов. Они рассматриваются как: а) ресурсы сельскохозяйственных угодий, главное средство для получения продовольствия; б) территориальный ресурс, пространственный базис для несельскохозяйственных отраслей производства.

Земельные ресурсы – это совокупность участков территории земной поверхности, обладающих конкретными природными условиями, природно-ресурсными свойствами, определяющими возможности их включения в хозяйственную деятельность.

Следовательно, от того, насколько рационально она используется, зависят не только количество и качество получаемой сельскохозяйственной продукции, но и конечные финансовые результаты работы хозяйственных субъектов. Категория земель - это часть земельного фонда, выделяемая по основному целевому назначению и имеющая определенный правовой режим. Отнесение земель к категориям осуществляется согласно действующему законодательству в соответствии с их целевым назначением и правовым режимом.

Действующее законодательство предусматривает 7 категорий земель: земли сельскохозяйственного назначения; земли поселений; земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения; земли особо охраняемых территорий и объектов; земли лесного фонда; земли водного фонда; земли запаса.

В соответствии с данными государственной статистической отчетности площадь земельного фонда Российской Федерации в настоящее время составляет около 1710 млн. га.

Земельные угодья являются основным элементом государственного учета земель и подразделяются на сельскохозяйственные и несельскохозяйственные угодья. К сельскохозяйственным угодьям относятся пашня, залежь, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения.

Несельскохозяйственные угодья – это земли под поверхностными водными объектами, включая болота, лесные земли и земли под древесно-кустарниковой растительностью, земли застройки, земли под дорогами, нарушенные земли, прочие земли (овраги, пески и т. п.).

Площадь сельскохозяйственных угодий во всех категориях земель составляет около 220 млн. га или 12 % всего земельного фонда страны. На долю несельскохозяйственных угодий приходится около 1500 млн. га, или 88 %.

Сельскохозяйственные угодья – это земельные угодья, систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции.

Сельскохозяйственные угодья подлежат особой охране. Предоставление их для несельскохозяйственных нужд допускается в исключительных случаях с учетом кадастровой стоимости угодий. В структуре сельскохозяйственных угодий площадь пашни составляет около 122 млн. га, залежи - 4,8 млн. га, многолетних насаждений - 1,8 млн. га, сенокосов - 24,0 млн. га, пастбищ - 68,0 млн. га. Эти данные периодически меняются так как сельскохозяйственные угодья из одной категории переходят в другую

Анализ данных государственного мониторинга земель и других систем наблюдений за состоянием окружающей природной среды показывает, что состояние качества земель фактически во всех субъектах Российской Федерации интенсивно ухудшается. Почвенный покров, особенно пашни и других сельскохозяйственных угодий, продолжает подвергаться деградации, загрязнению, захламлению и уничтожению, катастрофически теряет устойчивость к разрушению, способность к восстановлению свойств, воспроизводству плодородия вследствие истощительного и потребительского использования земель.

По данным государственного учёта земель на сельскохозяйствен-

ных угодьях, отнесённых к категории земель сельскохозяйственного назначения, а также включённых в фонд перераспределения земель, в Российской Федерации водной эрозии подвержено 17,8 % площади сельскохозяйственных угодий, из них пашни 12,1 %, ветровой эрозии - 8,4 % и 5,3 % соответственно. Совместному воздействию водной и ветровой эрозии подвержено 2,4 % площади сельскохозяйственных угодий. Водная эрозия распространена, в основном, на территории Приволжского, Южного и Центрального федеральных округов. Ветровая эрозия в большей мере распространена в Сибирском, Южном и Приволжском федеральных округах.

Из всех регионов РФ РСО-Алания занимает 3 место по малоземельности, впереди только Республика Адыгея (779,2 тыс. га) и Республика Ингушетия (362,8 тыс. га). По состоянию на 2020 г. площадь РСО-Алания составляет 798,7 т.

На долю РСО-Алания приходится всего 4,69 % всей территории СКФО. При этом более половины земельного фонды приходится на земли сельскохозяйственного назначения - 52,42 % . Земли лесного фонда и земли особо охраняемых территорий также имеют значимые доли в общей структуре земельного фонда - 22,2 % и 12,2 % соответственно.

Наиболее крупными сельскими административными районами являются – Алагирский (201,3 тыс. га - 25,2%), Пригородный (142,2 тыс. га - 17,8%) и Ирафский (137,6 тыс. га - 17,2%).

Основная площадь во всех указанных районах занята землями сельскохозяйственного назначения - от 25 до 111,6 тыс. га.

В республике наблюдается почворазрушающий процесс землепользования. Влияющими факторами все больше становятся монокультурность, неграмотное и непропорциональное использование химикатов и удобрений, бессистемность применяемой техники и технологий, резкое снижение затрачиваемых материальных ресурсов на земельные улучшения и т. д. Причины самые разные, в том числе и бесконтрольность над землепользованием, нищенское состояние большинства сельхозтоваропроизводителей, безграмотность и другие. Все это подлежит учету и изменениям.

Защита почв от эрозии имеет большое значение для всех стран мира, в том числе и для нашей страны и тем более для такой малоземельной республики как Северная Осетия-Алания.

В республике значительные территории расположены в горах и на склонах (70%). При этом 48% пашни ,76% сенокосов и 80% пастбищ в различной степени эродированы. Условия предгорной и горной зоны связаны с четко выраженной вертикальной поясностью. Многие из почвозащитных мероприятий, разработанных для других почвенно-климатических зон, мало эффективны или же совсем не могут быть приемлемы в наших условиях.

Для всех типов высокогорных почв особенно характерно накопление органического вещества в больших количествах. Это обусловлено несколькими причинами. Климатические условия зоны обеспечивают постоянную высокую влажность почвы, вследствие чего формируется богатая луговая растительность. Вегетационный период продолжается всего 1-3 месяца в году. Разложение растительных остатков протекает медленно из-за высокой влажности и низких температур. Поэтому процесс минерализации органического вещества замедлен. Образующиеся при разложении органические кислоты создают кислую реакцию среды и ведут к ненасыщенности почв основаниями.

Из-за малоземелья в предгорье местами распаханы крутые склоны (склоны с крутизной более 12°). Почвы на этих склонах средне - и сильно смыты, т. е. практически весь плодородный слой почвы исчез, и в пашню вовлекаются нижние малоплодородные горизонты, часто – почвообразующая порода. На склоновой пашне эрозионные процессы усиливаются вследствие нарушения почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, большого участия в структуре посевных площадей пропашных культур, которые обладают плохими почвозащитными свойствами.

В равнинной зоне почвы подвержены в основном ветровой и совместной (ветровой и водной) эрозии. Основной причиной ветровой эрозии является большое участие пропашных культур в структуре посевных площадей, отвальная вспашка, которая ведет к распылению структуры почвы.

В горной зоне на крутых склонах перегрузка пастбищ скотом является основной причиной пастбищной (тропинчатой) эрозии. Особенно сильно подвержены ей бывшие пахотные земли, присельные и прикошарные участки. На этих землях дернина выбита, и почвы

подвергаются сильным эрозионным процессам. Это приводит к нарушению водного баланса, резкому снижению продуктивности пастбищ и частичному опустыниванию территории, разбалансированию элементов экосистемы, снижению способности природных комплексов к саморегуляции.

Переуплотнение почв – основная форма физической деградации почв. Наиболее склонны к уплотнению тяжелосуглинистые и глинистые почвы. Кроме того, особенно сильному уплотнению подвержены средне - и сильноэродированные почвы, у которых в пашню вовлекаются нижние малогумусные горизонты.

Основные площади мелиорированных земель находятся в пользовании предприятий, организаций и граждан, занимающихся сельскохозяйственным производством.

В последние годы существенно сократились объемы финансирования работ по текущему уходу и реконструкции мелиорированных систем, уменьшились объемы их нового строительства, нарушилась действовавшая ранее система их эксплуатации и технического обслуживания. Все это привело к тому, что техническое состояние гидромелиоративных систем ухудшается, они выходят из строя, площади орошаемых земель республики сокращаются.

Неудовлетворительное техническое состояние мелиорированных систем приводит к возникновению на орошаемых землях процессов подтопления и вторичного засоления.

Почвенный покров района чрезвычайно пестрый, при этом 70% почв характеризуется низким естественным плодородием. В последнее время плодородие почв снижается из-за сокращения объемов внесения органических и минеральных удобрений. В земледелии района создается отрицательный баланс гумуса и основных элементов минерального питания растений.

Важнейшие составляющие производственного цикла в сельском хозяйстве – вспашка, посев, обработка, уборка и переработка полученной продукции. Для осуществления соответствующих рабочих процессов необходимо оснащение отрасли высокопроизводительными, надежными, долговечными и экологически оправданными машинами. Согласно этим закономерностям технику следует обязательно рассматривать в связи с живой природой, живыми организмами.

Земля и ее плодородие – одно из основных богатств, данных человеку природой. Задача агротехники, опирающейся на машинные технологии, – беречь и приумножать эти богатства. Возможности сельскохозяйственной техники зависят не только от количества машин и оборудования. Создавая системы энергетических, технологических, сельскохозяйственных и других машин, человек с помощью техники облегчает свой труд, но при этом как бы отчуждает себя от природы. Поэтому по мере повышения роли техники во взаимодействии человека с природой все большую актуальность приобретают вопросы экологичности применяемых технических средств и всего производства.

Широкомасштабное использование техники в сельском хозяйстве способствует росту производительности и эффективности труда, однако оно сопряжено и с отрицательными последствиями, исключение и минимизация которых является одной из насущных задач «экологизации» аграрного сектора.

Применяемые технологии выращивания сельскохозяйственных культур предусматривают многократное воздействие ходовых устройств машинно-тракторных агрегатов на почву. В результате неоднократного передвижения машин по полю происходит значительное переуплотнение почвы, которое распространяется на большую глубину (до 100 см), а машинные «следы» покрывают до 80 % поля.

Мероприятия по повышению устойчивости почв к уплотнению и их разуплотнению:

- совершенствование сельскохозяйственной техники, ее ходовых систем с доведением давления на почву до допустимых значений.

- организационно-технологические мероприятия предусматривают разработку и внедрение технологий возделывания сельскохозяйственных культур с минимальным проходом по полям тяжелой колесной техники (совмещение операций). Особенно актуально снижение числа технологических операций при возделывании технических культур, кукурузы на зерно, картофеля и овощей, когда почва испытывает наибольшую нагрузку как в процессе посева (посадки) и ухода за культурами, так и при их уборке.

- к агротехническим приемам относятся окультуривание почв и повышение содержания в них гумуса. Для разуплотнения почв применяют рыхление, в том числе и орудиями с активными рабочими органами (фреза и др.), пахотного и подпахотного слоев (чизели, глу-

бокорыхлители). Сочетание рыхления с внесением органических удобрений и кальцийсодержащих веществ приводит к значительному снижению негативных последствий машинной деградации почв (МДП).

Во многих странах уже применяются технологии *точного земледелия*.

В основе научной концепции точного земледелия лежат представления о существовании неоднородностей в пределах одного поля. Для оценки и детектирования этих неоднородностей используются новейшие технологии, такие как системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС), специальные датчики, аэрофотоснимки и снимки со спутников, а также специальные программы для агроменеджмента на базе геоинформационных систем (ГИС). Собранные данные используются для более точной оценки оптимумов плотности высева, расчёта норм внесения удобрений и средств защиты растений (СЗР), более точного предсказания урожайности и финансового планирования. Данная концепция требует обязательно принимать во внимание локальные особенности почвы/климатические условия. В отдельных случаях это может позволить легче установить локальные причины болезней или уплотнений.

На среднем западе США точное земледелие ассоциируется не с концепцией устойчивого земледелия (статья об «устойчивом земледелии» на английском), но с мэйнстримом (основное течение, или преобладающее направление) в агробизнесе, который стремится максимизировать прибыль, производя затраты только на удобрение тех участков поля, где удобрения действительно необходимы. Следуя этим идеям, агропроизводители применяют технологии переменного или дифференцированного внесения удобрений в тех участках поля, которые идентифицированы с помощью GPS-приёмников и где потребность в определённой норме удобрений выявлена агротехнологом при помощи карт агрохимобследования и урожайности. Поэтому в некоторых участках поля норма внесения или опрыскивания становится меньше средней, происходит перераспределение удобрений в пользу участков, где норма должна быть выше, и, тем самым, оптимизируется внесение удобрений.

Точное земледелие может применяться для улучшения состояния полей и агроменеджмента, по нескольким направлениям:

- агрономическое: с учётом реальных потребностей культуры в удобрениях совершенствуется агропроизводство;

- техническое: совершеннее тайм-менеджмент на уровне хозяйства (в том числе, улучшается планирование сельскохозяйственных операций);

- экологическое: сокращается негативное воздействие сельхозпроизводства на окружающую среду (более точная оценка потребностей культуры в азотных удобрениях приводит к ограничению применения и разбрасывания азотных удобрений или нитратов);

- экономическое: рост производительности и/или сокращение затрат повышают эффективность агробизнеса (в том числе, сокращаются затраты на внесение азотных удобрений).

Другие преимущества для агробизнеса могут заключаться в электронной записи и хранении истории полевых работ и урожаев, что может помочь как при последующем принятии решений, так и при составлении специальной отчётности о производственном цикле, которая всё чаще требуется законодательством развитых стран.

Точное земледелие используется в 10 % хозяйств регионов. В 2018 г. было проанализировано – 52 региона, элементы точного земледелия использовались в 40 регионах, 1930 хозяйствах на площади 12,5 млн. га. Повысилось количество регионов, использующих новые технологии в растениеводстве на 38 %; хозяйств на 47 %; общая площадь, на которой применяются элементы точного земледелия – на 24 %

По своему экономико-географическому положению и богатству природных ресурсов районы РСО-Алания имеют отличные возможности для перспективного развития сельского хозяйства, применяя новые технологии, в том числе и точное земледелие.

Мониторинг плотности почвы – одна из составляющих технологии точного земледелия

Внедрение спутниковых систем навигации (GPS) открывает возможность собрать информацию о состоянии почвы в любой точке участка и принять решение по выбору технологии механического воздействия, направленного на создание оптимальной плотности почвы.

Все транспортные средства, оснащенные GPS, передвигаются по полю по постоянной технологической колее с взаимно согласованной шириной захвата. Одни и те же колесные колеи используются для обработки почвы, посадки и опрыскивания растений, а также уборки урожая. При использовании в земледелии постоянной технологической колеи зоны движения машин отделены от зон

возделывания культур. Благодаря этому как минимум на 2/3 площади создаются условия для устойчивого улучшения структуры почвы. По другим данным, технология *управляемого движения по полям* (CTF) позволяет сократить площади следов от машин до 14% от площади поля и повысить экономическую эффективность использования машин. К сожалению, в нашей республике эта система пока не получила широкого распространения.

1. Главным природным богатством, наряду с высокоплодородными почвами в равнинной части и богатыми, являются рекреационные ресурсы в предгорных и горных районах.

2. По обилию солнечного тепла и света, продолжительности вегетационного периода Алания входит в число ведущих регионов страны, агроклиматические условия позволяют весьма успешно возделывать широкий спектр земледельческих культур умеренного климатического пояса, включая многие теплолюбивые культуры, имеющие важное товарное значение.

3. Районы полностью обеспечен поверхностными водными ресурсами, формирующимися на его территории, и богат пресными подземными водами. Но их использование осложняется неравномерностью распределения по территории, большими колебаниями стока по годам и временам года. Пресные подземные воды пока используются не в полной мере.

4. Районы богаты разнообразными видами минерально-сырьевых ресурсов, среди которых выделяются рудные полезные ископаемые и природные строительные материалы. В то же время, расположение многих месторождений полезных ископаемых (МПИ) в пределах особо охраняемых природных территорий или в районах, имеющих высокую рекреационную ценность, осложняет промышленную разработку этих месторождений. В каждом конкретном случае проектирования работ по добыче полезных ископаемых необходимо просчитать не только затраты на освоение месторождения, но и упущенную выгоду от рекреационного использования территории, потери от снижения биоразнообразия и биопродуктивности уникальных природных ландшафтов.

5. Высокую экологическую и промышленную ценность имеют леса, которые выполняют важные водоохранные, почвозащитные, санитарно-гигиенические и оздоровительные функции. Большую ценность представляет фауна наземных ландшафтов и внутренних водоемов.

Таблица. Ранжирование районов РСО-Алания по видам природных ресурсов и по природно-ресурсному потенциалу в целом, баллы

Город, район	**Выгодность ЭГП**	**Минеральные ресурсы**	**Агроклиматические ресурсы**	**Водные ресурсы**	**Земельные ресурсы**	**Растительные ресурсы**	**Рекреационные ресурсы**	**Ресурсы животного мира**	**Всего**
Алагирский	3	5	3	5	4	4			34
Ардонский	4	4	4	4	5	3			30
Дигорский	3	4	3	5	5	5			35
Ирафский	2	3	3	5	5	5			32
Кировский	4	4	4	4	4	3			28
Моздокский	4	3	5	3	4	3			26
Правобережный	3	3	4	4	2	4			27
Пригородный	3	3	3	4	3	4			26

Серьезную опасность для сельскохозяйственных угодий районов представляют чрезмерная интенсивность их использования, сопровождающаяся развитием водной и ветровой эрозии, засолением, дегумификацией и другими составляющими деградации почв. В этих условиях необходимо принятие экстренных мер по охране земель, их бонитировке, сертификации, разработке основ рационального использования земельных ресурсов.

Кроме этого почвы загрязнены бытовым мусором. Установлено, что на разложение разных веществ, требуется определенное время.

Задание 1. Рассмотрите таблицу 1. и выскажете свое соображение, что делать с подобным мусором?

Таблица 1.

Материал	Время разложения	Материал	Время разложения
Бумага	2 – 10 лет	Полиэтиленовый пакет	200 лет
Консервная банка	90 лет	Пластмасса	500 лет
Фильтр от сигареты	100 лет	Стекло	1000 лет

Контрольные вопросы

1. Что означает словосочетание *земельные ресурсы?*
2. Какие категории земельных ресурсов Вы знаете?
3. Что относится к сельскохозяйственным и несельскохозяйственным угодьям?
4. Какова площадь земли в РСО-Алания?
5. Причины почворазрушающего процесса в РСО-Алания?
6. Экологичность применяемых технических средств?
7. Мероприятия по повышению устойчивости почв к уплотнению и их разуплотнению?

Практическое занятие 8.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Цель занятия: *изучить основные направления инженерной защиты ОС и методы очистки вредных выбросов и сбросов и способы устранение самих причин загрязнения.*

Существуют два основных направления природоохранной деятельности предприятий. Первое - очистка вредных выбросов и сбросов. Этот путь, по большому счету, малоэффективен, так как с его помощью далеко не всегда удается полностью прекратить поступление вредных веществ в биосферу. К тому же сокращение уровня загрязнения одного компонента окружающей среды ведет к усилению загрязнения другого. Использование очистных сооружений, даже самых эффективных, сокращает уровень загрязнения окружающей среды, однако не решает этой проблемы полностью, поскольку в процессе функционирования этих установок тоже вырабатываются отходы, хотя и в меньшем объеме, но, как правило, с повышенной концентрацией вредных веществ. Работа большей части очистных сооружений требует значительных энергетических затрат, что, в свою очередь, тоже небезопасно для окружающей среды.

Второе направление – устранение самих причин загрязнения, что требует разработки малоотходных, а в перспективе и безотходных технологий производства, которые позволяли бы комплексно использовать исходное сырье и утилизировать максимум вредных для биосферы веществ.

Организационно-технические методы защиты окружающей среды можно условно разделить на активные и пассивные.

Активные методы защиты окружающей среды представляют собой технологические решения по созданию ресурсосберегающих и малоотходных технологий.

Пассивные методы защиты окружающей среды делятся на две подгруппы: рациональное размещение источников загрязнения и локализация источников загрязнения. Рациональное размещение предполагает территориальное рациональное размещение объектов экономики, снижающее нагрузку на окружающую среду, а лока-

лизация по существу является флегматизацией источников загрязнений и средством снижения их выбросов. Локализация достигается применением различных экозащитных технологий, технических систем и устройств. Одним из пассивных методов защиты окружающей среды является использование естественных процессов самоочищения окружающей среды, протекающих в атмосфере, гидросфере и литосфере. Эти процессы самоочищения окружающей среды основываются на естественных физико-химических и биологических свойствах окружающей среды.

В зависимости от основных закономерностей, характеризующих протекание экобиозащитных процессов, последние подразделяют на физико-механические; гидромеханические; массообменные, химические; физико-химические; тепловые; биохимические; процессы, осложненные химической реакцией.

В основе подавляющей массы технологий лежат физические и химические превращения. В *физико-механических процессах* изменяются лишь форма, размеры, агрегатное состояние и другие физические свойства веществ. Их строение и химический состав сохраняются. Физические процессы доминируют при дроблении, измельчении полезных ископаемых, в различных способах обработки металлов давлением, при сушке и в других аналогичных случаях. К физикомеханическим процессам, основой которых является механическое воздействие на твердые и аморфные материалы, относят измельчение (дробление), сортированне (классификация), прессование и смешивание сыпучих материалов. Движущей силой этих процессов являются силы механического давления или центробежная сила.

К *гидромеханическим процессам*, основой которых является гидростатическое или гидромеханическое воздействие на среды и материалы, относят перемешивание, отстаивание (осаждение), фильтрование, центрифугирование. Движущей силой этих процессов является гидростатическое давление или центробежная сила.

К *массообменным* (*диффузионным*) *процессам*, в которых большую роль наряду с теплопередачей играет переход вещества из одной фазы в другую за счет диффузии, относят абсорбцию, адсорбцию, десорбцию, экстрагирование, ректификацию, сушку и кристаллизацию. Движущей силой этих процессов является разность концентраций переходящего вещества во взаимодействующих фазах.

Химические процессы, протекающие с изменением физических свойств и химического состава исходных веществ, характеризуются превращением одних веществ в другие, изменением их поверхностных и межфазных свойств. Химические явления в технологических процессах зачастую получают развитие под влиянием внешних условий (давление, объем, температура и т. д.), в которых реализуется процесс. При этом имеют место нестехиометрические превращения одних веществ в другие, изменение их поверхностных, межфазных свойств и ряд других явлений смешанного (физического и химического) характера. Движущей силой химических процессов является разность химических (термодинамических) потенциалов. К этим процессам можно отнести процессы катализа при обезвреживании газовых выбросов, нейтрализации, окисления и восстановления в процессах очистки сточных вод и образующихся при этом их осадков.

Физико-химические процессы характеризуются взаимосвязанной совокупностью химических и физических процессов, происходящих в вещественной субстанции, т. е. являются пограничными между физическими и химическими превращениями. Движущая сила этих процессов - разность физических и термодинамических потенциалов разделяемых компонентов на границах фаз. К физико-химическим процессам разделения в инженерной экологии, основой которых являются физико-химические превращения веществ, можно отнести коагуляцию и флокуляцию, флотацию, ионный обмен, обратный осмос и ультрафильтрацию, дезодорацию и дегазацию, электрохимические и электрофизические методы, в частности, электрическую очистку газов.

К *тепловым процессам*, основой которых является изменение теплового состояния взаимодействующих сред, относят нагревание, охлаждение, выпаривание и конденсацию. Движущей силой этих процессов является разность температур (термических потенциалов) взаимодействующих сред.

Специфическую группу составляют *биохимические процессы* - химические превращения, протекающие с участием субъектов живой природы. Биохимические процессы составляют основу жизнедеятельности всех живых организмов растительного и животного мира. На их использовании построена значительная часть сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности, например биотехнология, очистка сточных вод и почвенного покрова от органи-

ческих загрязнений.. Движущая сила этих процессов - энергетический уровень (потенциал) живых организмов.

Перспективы развития инженерной экологии.

Для удовлетворения потребностей функционирования экономики ежегодно в расчете на душу населения в хозяйственный оборот вовлекается до 20 т природного сырья. В промышленности 70 % затрат приходится на сырье, материалы, топливо и энергию. В этой связи в условиях постоянно нарастающего дефицита природных ресурсов важную роль играет рациональное, комплексное и экономичное их использование, снижение металлоемкости и энергоемкости промышленного производства.

Защита окружающей среды - составная часть концепции устойчивого развития человеческого общества, означающей длительное непрерывное развитие, обеспечивающее потребности ныне живущих людей без ущерба удовлетворению потребностей будущих поколений. Радикальное решение проблемы охраны окружающей среды от негативного воздействия промышленных объектов возможно при широком применении безотходных и малоотходных технологий. Использование очистных устройств и сооружений не позволяет полностью локализовать токсичные выбросы, а применение более совершенных систем очистки всегда сопровождается экспоненциальным ростом затрат на осуществление процесса очистки даже в тех случаях, когда это технически возможно. Создание всевозможных, даже самых совершенных очистных сооружений, не решает проблему, так как это борьба со следствием, а не с причиной.

Основная причина загрязнения биосферы - это ресурсоемкие и загрязняющие технологии переработки и использования сырья. Именно эти так называемые традиционные технологии приводят к огромному накоплению отходов и к необходимости очистки сточных вод и утилизации твердых отходов. Так например, очистка сточных вод крупного машиностроительного предприятия с эффективностью до 90 % обеспечивается сравнительно легко, но каждый последующий процент дает рост затрат, взмывающий вверх по экспоненциальной кривой. Абсолютная очистка теоретически возможна, но практически неосуществима из-за громоздкости очистных сооружений и их колоссальной стоимости. Следовательно, нужно искать альтернативное решение, а именно - внедрять малоотходную и ресурсосберегающую технологию. Огромное значение для снижения уровня загрязнения окружающей среды, экономии сырья и энергии имеет повторное использование материальных ресурсов, т. е. рециркуляция.

Принципиально новый подход к развитию всего промышленного производства - создание малоотходной и безотходной технологии. В настоящее время в соответствии с решением ЕЭК ООН и Декларацией о малоотходной и безотходной технологии и использовании отходов принята следующая формулировка безотходной технологии:

«Безотходная технология есть практическое применение знаний, методов и средств, с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду».

Под безотходной технологией понимается идеальная модель производства, которая в большинстве случаев не может быть реализована в полной мере, но с развитием технического прогресса все больше приближается к идеальной. Более конкретно под безотходной технологической системой следует понимать такое производство, в результате деятельности которого не происходит выбросов в окружающую среду.

Безотходная технология – сочетание малоотходных, реутилизационных и ресурсосберегающих (экологически чистых) технологий, то есть технологий, построенных по типу процессов, характерных для природы. Безотходное производство представляет совокупность организационно-технических мероприятий, технологических процессов, оборудования, материалов, обеспечивающих максимальное и комплексное использование сырья и позволяющих свести к минимуму отрицательное воздействие отходов на окружающую среду. При этом рационально используются все компоненты сырья и энергия в замкнутом цикле (первичные сырьевые ресурсы - производство - потребление - вторичные сырьевые ресурсы), т. е. не нарушается сложившееся экологическое равновесие в биосфере. Безотходное производство можно характеризовать всемерно возможной утилизацией отходов, образовавшихся в основных технологических процессах.

Безотходным производством является такое производство, в котором все исходное сырье в конечном итоге превращается в ту или иную продукцию и которое при этом одновременно оптимизировано по технологическим, экономическим и социально-экологичес-

ким критериям. Основой безотходных производств является комплексная переработка сырья с использованием всех его компонентов, поскольку отходы производства – это по тем или иным причинам неиспользованная или недоиспользованная часть сырья. В настоящее время, несмотря на то, что практически все сырье, применяемое в промышленности, является многокомпонентным, в качестве готовой продукции используется, как правило, только один компонент. Максимально возможное - это комплексное использование энергии при безотходном производстве. Безотходное производство предполагает кооперирование производств с большим количеством отходов с производством - потребителем этих отходов.

Важнейшей задачей является создание и внедрение принципиально новых технологических схем и процессов, при которых резко сокращается или полностью исчезает образование каких-либо отходов. Конечно, невозможно создать полностью безотходные производства во всех отраслях производства. Вообще, понятие «полностью безотходное производство» условно, так как ни одно производство не возможно без отходов. Но создавать производства, в которых перерабатывается часть отходов, вполне возможно. Такие производства называются *малоотходными*.

Малоотходная технология представляет собой промежуточную ступень безотходной технологии и отличается от нее тем, что обеспечивает получение готового продукта с не полностью утилизируемыми отходами. Отходы представляют собой побочные продукты промышленного производства, выделяющиеся в процессе производства основных видов продукции и характеризующиеся определенными физико-химическими свойствами. Отходы производства и потребления, пригодные для переработки в товарную продукцию, относятся к вторичным материальным ресурсам. При малоотходном производстве вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарными органами, но по техническим, экономическим организационным или другим причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

Для практических целей значение коэффициента безотходности (или коэффициента комплексности), равное 75 % и выше, можно принять в качестве количественного критерия малоотходного, а 95 % - безотходного производства в ряде материалоемких отраслей народного хозяйства. При этом должна учитываться токсичность отходов.

В комплекс мероприятий по сокращению количества вредных отходов и уменьшению их воздействия на окружающую природную среду входят:

- разработка бессточных и водооборотных технологических систем;
- разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы;
- создание и выпуск новых видов продукции с учетом требований повторного ее использования;
- создание принципиально новых производственных процессов, позволяющих исключить или сократить технологические стадии, на которых происходит образование отходов.

С безотходными и малоотходными производствами связаны многочисленные проблемы, без решения которых их внедрение представляется практически невозможным. Основной из них является большая затратность подобных производств.

Использование отходов как вторичных материальных ресурсов. Под *вторичными материальными ресурсами* принято понимать любые отходы, образующиеся и накопленные в процессе материального производства, а также при оказании услуг и конечном потреблении.

Все возможные направления использования отходов как вторичных материальных ресурсов могут быть классифицированы следующим образом:

- применение в хозяйственных целях без переработки (реализация на другие предприятия или использование в собственном производстве);
- подготовка отходов для использования в качестве вторичного сырья для частичной или полной замены первичного сырья в промышленном производстве;
- использование в качестве вторичного сырья в производстве строительных материалов;
- использование в качестве сырья для извлечения полезных компонентов;
- использование в качестве энергоресурсов.

Техногенные системы утилизации и переработки отходов производства и потребления. Промышленные отходы состоят главным образом из неорганических или органических соединений или их смесей. Их опасность очень велика, поскольку соединения, входящие в их состав, могут оказывать вредное воздействие самостоятельно, давать при хранении или переработке особо токсичные продукты, генерировать взрыво- и пожароопасные газы и т. п. Эти обстоятельства заставляют обратить внимание на анализ проблем управления промышленными отходами. Качественные характеристики отходов, определяющие класс их опасности, обусловливают соответствующие условия их размещения и транспортировки к местам обработки. Обезвреживание промышленных отходов в зависимости от качественных характеристик может быть проведено без предварительной обработки (наземное размещение, подземное захоронение, спуск в поверхностные воды, термическое обезвреживание) и с предварительной обработкой с последующей ликвидацией. Вывоз опасных промышленных и бытовых отходов с последующим размещением на специальных полигонах с учетом класса опасности - один из методов обезвреживания отходов. Этот способ обезвреживания и хранения отходов (с использованием мер экологической защиты) до сих пор широко распространен, несмотря на отторжение значительных площадей земли. Возрастающие потребности быта и сервиса сопряжены с постоянным расширением экологически опасных производств различных отраслей промышленности, являющихся основными производителями товаров, которые после использования станут основными компонентами отходов. Поэтому экологические проблемы отходов связаны не только с их уничтожением и переработкой, но и формированием их на стадии получения материалов для промышленности, быта и сервиса.

Критерии выбора оптимальных технологий определяются комплексным характером проблемы отходов и базируются на экономических, экологических и ресурсных требованиях, которым отвечает проектирование и строительство комбинированных заводов.

Контрольные вопросы

1. Основные направления природоохранной деятельности предприятий?
2. Активные и пассивные методы защиты окружающей среды?
3. В зависимости от основных закономерностей, характеризующих протекание экобиозащитных процессов, последние подразделяют на…?
4. Что относят к гидромеханическим процессам?
5. Что относят к химическим процессам?
6. Что относят к физико-химическим и тепловым процессам?
7. Как протекают биохимические процессы?
8. Перспективы развития инженерной экологии?
9. Безотходная технология это..?
10. Обезвреживание промышленных отходов?

Практическое занятие 9.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ПРЕДПРИЯТИЯ

Цель занятия: *Ознакомиться с содержанием и структурой экологического паспорта предприятий и на примере сельскохозяйственного предприятия одного из районов РСО-Алания сделать выводы о рациональном использовании им земельных ресурсов.*

Структура и содержание экологического паспорта предприятия.

Правовая основа и предназначение экологического паспорта предприятия. Осуществление действенных природоохранных мероприятий на уровне отдельного хозяйствующего субъекта (предприятия, хозяйства), промышленной или агропромышленной зоны, города или региона в целом возможно только при детальном учете всех возможных и явных источников загрязнений. Такая информация может быть сосредоточена в единственном документе – в экологическом паспорте.

Экологический паспорт предприятия-природопользователя (ГОСТы 17.0.0.04.90 и 17.0.0.06-2000) представляет собой нормативно-технический документ, включающий данные по использованию предприятием природных ресурсов (воздуха, природных вод, почв, лесных ресурсов, нефти, каменного угля, торфа, природного газа и т.д.), вторичных ресурсов (электроэнергии, ГСМ, мазута и т.д.) и данные по определению влияния хозяйственной деятельности предприятия на ОПС.

Разработка указанных паспортов является важным этапом в решении проблемы экологического контроля состояния ОПС, управления ее развитием и составления экологических прогнозов. Имея обширный материал по множеству предприятий, можно агрегировать его по территориальному принципу и выявлять факторы, которые наиболее сильно влияют на экологическую обстановку в регионе, и разрабатывать в дальнейшем мероприятия по ее улучшению. Информация, содержащаяся в экологическом паспорте, предназначена для решения следующих эколого-экономических задач:

- оценки влияния выбросов (сбросов, твердых отходов) загрязняющих веществ на ОПС и определения платы за природопользование;
- установления предприятию ПДВ, ПДС и ПДО загрязняющих веществ в ОПС;
- планирования предприятием природоохранных мероприятий и оценки их эффективности;
- повышения эффективности использования природных (водных, земельных) и материальных ресурсов, энергии и энергоресурсов;
- экологической экспертизы проектируемых, существующих и реконструируемых предприятий;
- контроля за соблюдением предприятием законодательства РФ в области охраны ОПС.

Срок действия экологического паспорта – 5 лет. По истечении этого срока районный (городской) комитет по охране природы ежегодно продлевает срок действия документа, если установленные в нем нормативы ПДВ, ПДС, ПДО не превышались на данном предприятии.

Экологический паспорт предприятия включает следующие блоки (разделы):

Общие сведения о предприятии: наименование, адрес, ведомственная подчиненность; производственная структура, производственные показатели отдельных подразделений (цехов, участков); экологическая карта-схема предприятия с нанесенными на ней производственными корпусами, сельскохозяйственными угодьями, лесными полосами, дорогами, примыкающими жилыми массивами. Здесь же наносятся источники загрязнения атмосферы и поверхностных вод, водозаборы, приемники сточных вод, места складирования (захоронения) твердых отходов.

Краткая природно-климатическая характеристика района расположения предприятия включает:

- метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере: коэффициент температурной стратификации атмосферы, коэффициент рельефа местности, средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, среднегодовая роза ветров, скорость ветра по средним многолетним данным;

- характеристику состояния окружающей среды. Определяются: значения фоновых концентраций загрязняющих веществ, которые выбрасываются в атмосферу предприятием и по которым для него необходимо разрабатывать проекты ПДВ;

- характеристику источников водоснабжения и приемников сточных вод: минимальный среднемесячный расход воды, показатели качества вод водных объектов в контрольных створах выше и ниже выпуска или забора воды из водного объекта: ВПК, ХПК, pH, температура, взвешенные вещества, характерные для данного водного объекта ингредиенты.

Использование земельных ресурсов: а) общая площадь занимаемых земель, включая сельскохозяйственные угодья, здания и сооружения, дороги, хранилища, свалки, площадь под озеленение и газоны. Указываются размеры санитарно-зашитных зон. Отдельно приводятся данные по экспликации и инвентаризации угодий (пашня, залежь, многолетние насаждения, сенокосы, пастбища; и каждый вид подразделяется в свою очередь на орошаемые, осушаемые, рекультивированные и т.д.); б) сведения о состоянии и использовании почвенных ресурсов:

- сведения об эрозии почв (общая площадь, из них слабо, средне и сильно смыто, занято оврагами, выведено из оборота); объем применения противоэрозионных мероприятий;

- сведения о состоянии пахотных земель: площадь неорошаемых и орошаемых земель, в том числе с потерями гумуса более 25%, загрязненных продуктами сельскохозяйственного производства (пестицидами, биогенными элементами), продуктами техногенеза (тяжелыми металлами, радионуклидами); засоленных, заболоченных;

- сведения о рекультивациях нарушенных почв и использовании снятого гумусового слоя.

Состояние и использование водных ресурсов:

- наименование источников водоснабжения (река, озеро, канал и т.д.). Объем забираемой воды (тыс. м3/год). Использовано воды: на орошение, обводнение, водоснабжение. Объем коллекторно-дренажных и сточных вод. Потери воды при транспортировке;

- характеристика источников сточных вод: объем сбрасываемых сточных вод, их физико-химические показатели (ВПК, ХПК, взвешенные вещества, pH, температура); количество загрязняющих веществ, сбрасываемых в единицу времени (г/с, т/год); эффективность очистных сооружений. На основании этих сведений разрабатывают нормативы ПДВ по каждому загрязняющему веществу.

Характеристика выбросов в атмосферу. Приводятся данные по организованным и неорганизованным источникам загрязнения. При этом следует иметь в виду, что: источник загрязнения атмосферы – объект, от которого загрязняющее вещество поступает в атмосферу; источник выделения – объект, в котором образуются загрязняющие вещества (технологическая установка, склад сырья или продукции и т.д.); организованный источник загрязнения атмосферы – устройство для направленного вывода загрязняющих веществ в атмосферу (дымовая труба, вентиляционная шахта, аэрационный фонарь); неорганизованный источник загрязнения атмосферы – не имеет специальных устройств для вывода загрязняющих веществ в атмосферу. Здесь же приводится полная инвентаризация всех источников загрязнения атмосферы: высота труб, диаметр устья труб, количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в единицу времени (г/с, т/год), время работы оборудования в течение года, эффективность очистки выбрасываемых газов (если она предусмотрена)

На основании результатов инвентаризации выбросов рассчитываются ПДВ и карты распределения загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы. ПДВ устанавливаются для каждого источника загрязнения атмосферы, а также по каждому загрязняющему веществу, выбрасываемому данным предприятием. В этом же разделе приводятся сведения об автотранспортном парке предприятия (вид транспорта, количество, годовом пробег в км/год, количество и вид сожженного топлива за год).

Отходы. Разделяются на производственные и бытовые. Указывается количество производственных отходов, образовавшихся у природопользователя за отчетный год, в том числе количество отходов каждого класса опасности. Кроме того, указывается количество отходов: использованных на данном предприятии, обезвреженных или переданных другим организациям, направленных на объекты размещения отходов (полигоны), в том числе размещенных с целью захоронения и размещенных с целью хранения. (Размещение с целью хранения предполагает возможность последующего извлечения для переработки, утилизации или обезвреживания. Имеется в виду, что в будущем будет разработана подобная технология, а в данный мо-

мент она отсутствует. Размещение с целью захоронения предполагает на вечное захоронение без последующего извлечения отходов).

В этом же разделе приводятся нормативные объемы образования каждого вида отходов с учетом передового технического опыта и рассчитываются нормативы предельно допустимых отходов (ПДО). Указывается характеристика полигона для размещения отходов: площадь, размер санитарно-защитной зоны, проектная вместимость, степень заполнения объекта, система защиты окружающей среды (тип противофильтрационного экрана, защита от воздействия атмосферных осадков, сбор и очистка дождевых, талых и дренажных вод, сбор и очистка выделяющихся газов). Обязательно приводятся сведения об организации контроля окружающей среды полигона (контроль подземных вод с помощью наблюдательных скважин, контроль воздуха и почв). Сведения о твердых бытовых отходах (ТБО) включают количество образовавшихся отходов за год, в том числе: уничтоженных, использованных и вывезенных на полигоны ТБО и санкционированные свалки.

Эколого-экономические показатели. Приводятся капитальные затраты на охрану окружающей среды (отдельно на охрану атмосферного воздуха, водных ресурсов и земель). Указывается плата за пользование природными ресурсами и плата за загрязнение окружающей среды: за выбросы в атмосферу от стационарных и передвижных источников, за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты, на рельеф местности или в канализацию.

Планирование природоохранных мероприятий и оценка их эффективности. Приводится план мероприятий по достижению нормативов ПДВ в атмосферу и ПДС в водоемы. В составе этих мероприятий предусматриваются вывод устаревших технологий и производств (указываются сроки), ввод новых, экологически более чистых, реконструкция действующих, установка газопылевых очистных сооружений, локальных очистных сооружений (для очистки сточных вод). В соответствии с природоохранными требованиями уровень влияния хозяйственной деятельности предприятия-природопользователя на ОПС не должен превышать ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, водоемах и почвах. В то же время превышение регламентированных нормативов не лишает предприятия права на природопользование, но обязывает разрабатывать и практически осуществлять природоохранные мероприятия по снижению до норма-

тивного уровня негативного воздействия производства на природную среду.

При более широком же толковании понятия «природопользователь», можно говорить об экологической паспортизации района, города, области, республики и страны в целом. Такой паспорт будет отражать экологическое состояние конкретной территории и облегчит поиски столь желанной гармонии между человеческим обществом и природой.

Контрольные вопросы

1. Что такое экологический паспорт предприятия, для чего он нужен предприятию?
2. Какие данные приводятся в разделе характеристика выбросов в атмосферу?
3. В разделе отходы что учитывается?
4. Что приводится в разделе эколого-экономические показатели?

СПИСОК
ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдурахманов Г.М. Биогеография / Г.М. Абдурахманов, Д.А. Криволуцкий. – М.: Академия, 2006. – 480 с.

2. Алборова П.В. Донник желтый как способ обеспечения агроценозов биологическим азотом. В сборнике: Экология и природопользование. Материалы Международной научно-практической конференции. 2020. С. 326-330.

3. Алборова П.В. Экология / П.В. Алборова, А.Х. Козырев, Л.М. Базаева, Д.К. Ханаева. – Владикавказ : Горский ГАУ, 2021. – 60 с. – EDN QOVQBM.

4. Алборова П.В. Донник желтый как основа биологизации земледелия. В сборнике: Приоритетные направления регионального развития. Сборник статей по материалам II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. Под общей редакцией И.Н. Миколайчика. Курган, 2021. С. 311-315.

5. Алборова П.В и др. Донник желтый как фактор, повышающий плодородие склоновых земель. в книге: Экологически безопасные технологии в сельскохозяйственном производстве XXI века. материалы международной научно-практической конференции. 2000. С. 48-49.

6. Алборова П.В. и др. Агротехнические и экологические аспекты возделывания донника желтого в РСО-Алания. Агропродовольственная политика России. 2017. № 11 (71). С. 98-101.

7. Блинников В.И. Зоология с основами экологии / В.И. Блинников. – М, 1990.

8. Васильев А.Е. Ботаника: Морфология и анатомия растений / А.Е. Васильев, Н.С. Воронин. – М.: Просвещение, 1988.

9. Вернадский В.И. Биосфера. Избранные труды по биогеохимии. – М.: Мысль, 1967. – 374 с.

10. Вронский В.А. Прикладная экология / В.А. Вронский. – Ростов-на-Дону: изд-во Феникс, 1996. – 512 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды и природных ресурсов республики Северная Осетия-Алания в 2018 году», 2019. – 72 с.

11. Двораковский М.С. Экология растений / М.С. Двораковский. – М, 1983.

12. Добровольский Г.В. Функции почв в биосфере и экосистемах / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Наука, 1990. – 259 с.

13. Коробкин В.И. Экология / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 2007. – 602 с.

14. Культиасов И.М. Экология растений / И.М. Культиасов. – М.: изд-во МГУ, 1982. – 379 с.

15. Кучиев С. Э. Оценка противоэрозионной устойчивости сельскохозяйственных культур в Субальпийском поясе Северной Осетии: автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук./Горский государственный аграрный университет. Владикавказ, 1999. - 19 с.

16. Небел Б. Наука об окружающей среде: в 2 т. – М.: Мир, 1993 .

17. Одум Ю. Экологии / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – Т.1. – 325 с., т. 2. – 373 с.

18. Пианка Э. Эволюционная экология / Э. Пианка. – М.: Мир, 1981. – 400 с.

19. Радкевич В.А. Экология / В.А. Радкевич. – Минск: Высшая школа, 1997.

20. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н.Ф. Реймерс. – М.: изд-во Россия Молодая, 1994. – 366 с.

21. Farniev A.T. и др. Biologizing technologies for crops cultivation / Farniev A.T. Kozyrev A.Kh., Sabanova A.A., Kokoev Kh.P., Khanaeva D.K., Bazaeva L.M., Alborova P.V./ Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2019. Т. 6. № 5. С. 8956-8962.

22. Фарниев А.Т. и др. Экология : метод, указания к лабораторно-практическим занятиям по экологии /Владикавказ : ФГОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», 2011. - 119 с.

23. Чернова Н.М. Лабораторный практикум по экологии / Н.М. Чернова. – М.: Просвещение, 1986 .

24. Чернова Н.М. Экология / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 265 с.

25. Шварц С.С. Эволюционная экология животных / С.С. Шварц. – Свердловск: Труды Института экологии растений и животных УФ АН СССР, 1969.
26. Шилов И.А. Экология / И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 1998. – 512 с.
27. Экология. Природа – Человек – Техника: Учебник / Под общ. ред. А.П. Кузьмина. – М.: ЗАО «Изд-во «Экономика», 2007. – 510 с.
28. Экология /Под ред. проф. В.В. Денисова. – М.: ИКЦ «Март», 2006. – 768 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
Практическое занятие 1. Законы экологии и их значение в сельскохозяйственном производстве 5
Практическое занятие 2. Биосфера и ее структура 10
Практическое занятие 3. Экосистема. Структура экосистем 24
Практическое занятие 4. Экологические факторы среды, их классификация. 33
Практическое занятие 5. Круговорот веществ в биосфере 48
Практическое занятие 6. Экологические проблемы почвы 61
Практическое занятие 7. Характеристика состояния земельных ресурсов в РСО-Алания 74
Практическое занятие 8. Основные методы и средства инженерной защиты окружающей среды 85
Практическое занятие 9. Экологический паспорт предприятия 94
Список 100
Использованной литературы 100

П.В. АЛБОРОВА, А.Х. КОЗЫРЕВ,
Л.М. БАЗАЕВА, Д.К. ХАНАЕВА

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

учебно-методическое пособие
для практических занятий для студентов факультета
механизации сельского хозяйства по направлению
подготовки 35.03.06 - Агроинженерия

Ж Ж Ж

Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Электронная версия 01.07.2022 г.
Бумага формат А4 (210х297) масса 80 г/м^2.
Усл. печ. л. 6,5. Заказ 53.

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.
Типография ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет»