

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ВЫСШИХ
УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

В.А.Медведский

Т.В.Медведская

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Допущено Министерством образования
Республики Беларусь в качестве
учебного пособия для студентов сельскохозяйственных
высших учебных заведений
по специальности «Ветеринарная медицина» и
«Зоотехния»

Витебск, 2003

УДК 574 (075)
ББК 48
М 42

Рецензенты: зав. отделом вирусных и прионных инфекций БелНИИ экспериментальной ветеринарии им. Вышелесского, доктор ветеринарных наук, профессор Красочко П.А., зав. кафедрой зоогигиены, экологии и микробиологии Белорусской сельскохозяйственной академии, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Садомов Н.А.

**М 42 В.А.Медведский,
 Т.В.Медведская**

Сельскохозяйственная экология: Учеб. пособие
/В.А.Медведский, Т.В.Медведская.-Витебск, ВГАВМ, 2003.- 246с.
(Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений).
ISBN 5-238-00195-9

(075)

УДК 574

ББК 48

© Медведский В.А.

Медведская Т.В., 2003

ISBN 5-238-00195-9

© ВГАВМ

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время термин "экология" известен всем и понимают люди его по-разному. В первую очередь это слово вызывает ассоциацию с негативными последствиями, которые вносит человек в окружающую среду.

Главными задачами в сфере природопользования и охраны окружающей среды являются переход к экологически ориентированному принципу хозяйствования, снижение антропогенной нагрузки до минимального уровня и рациональное использование природных ресурсов.

Проблема качества и экологической безопасности продовольственного сырья и продуктов питания с каждым годом приобретает все большую актуальность. Экологически чистыми считаются пищевые продукты, выработанные из растительного и животного сырья, произведенного в условиях, при которых на всех этапах получения, хранения и транспортирования в них не попадают вредные и нежелательные компоненты из окружающей среды. Эти продукты должны быть произведены по технологиям, исключающим их загрязнение, и реализованы без промежуточного негативного воздействия отрицательных экологических факторов.

Положение дел с качеством и безопасностью продовольствия значительно обострилось в связи с резко возросшим потоком импортной продукции, которая не обеспечена сегодня действенной системой контроля, а также системой поставок продукции. Зарегистрированы десятки случаев ввоза продовольствия не только опасного по своим качественным характеристикам, но и ставшего причиной тяжелых интоксикаций и заболеваний людей.

Не являются исключением и продукты животноводства. Совершенно справедливо отмечается, что нет других пищевых продуктов, проблемы качества которых стояли бы так остро и были так важны, как качество молока и мясных продуктов, поскольку, во-первых, они являются продуктами, входящими в обязательный рацион питания здоровых и больных людей всех возрастов (молоко является главной составляющей продуктов питания детей с рождения). Во-вторых, мясо и молоко может быть переносчиком опасных заразных заболеваний, передаваемых от животного к человеку, а также от человека к человеку. В третьих, молоко – такой продукт внутренней секреции животного, который выводит из его организма (в чистом или модифицированном

виде) почти все вещества, попадающие в него. Кроме того, молоко и молочные продукты легко аккумулируют в себе крайне нежелательные или вредные вещества, попадающие в них в результате нарушения санитарных правил и регламентов основных и вспомогательных технологических процессов переработки молока.

В последние годы в силу ряда причин, связанных с загрязнением окружающей среды, снижением санитарных требований, предъявляемых к производству продуктов животноводства (качество кормов, состояние скота, ферм и т.д.), в молочных продуктах появляются такие крайне нежелательные элементы как остатки различных биоцидов (пестициды, гербициды и т.п.), соли тяжелых металлов, афлатоксины, антибиотики, соматические клетки, опасные формы микроорганизмов, нитратов, а в некоторых случаях – радиоактивных изотопов. Значительная часть этих компонентов переходит в продукты.

В настоящее время для Беларуси наиболее актуальна экологическая проблема, связанная с использованием атомной энергии (загрязнение окружающей среды радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС). Важными экологическими проблемами республики являются:

- негативное влияние на природную среду хозяйственной деятельности человека: а) промышленные выбросы, загрязняющие воздух и водную среду; б) вырубка лесов, ведущая к понижению уровня грунтовых вод, разрушению природных ландшафтов; в) мелиорация, провоцирующая эрозию почв; г) чрезмерное использование органических и минеральных удобрений в сельском хозяйстве и как следствие – загрязнение почв и воды;

- ограниченность и истощаемость природных ресурсов;

- отсутствие средств для финансирования природоохранных мероприятий;

- отсутствие утилизации бытового мусора.

Огромный ущерб несет растительному и животному миру загрязнение природных вод, в том числе источников питьевого водоснабжения, из-за неразумного использования химических удобрений и ядохимикатов, которое особенно возросло в последние три десятилетия. Применение удобрений за последние 10 лет возросло с 121 до 846 тыс. т, неорганических азотных – с 31 до 734 тыс. т (с 4 до 92 кг/га). Как следствие, на большей части территории республики из-за нитратного загрязнения выведено из строя большинство колодцев. Нитратное

загрязнение грунтовых вод зафиксировано на большей –части находящейся под сельхозугодьями территории республики (а это почти 8 млн. га). Оно превышает в 2-15 раз предельно допустимые нормы, а в отдельных случаях уже достигло глубин 20-40 м.

Потребление продуктов и воды с повышенными концентрациями нитратов (предельно допустимые концентрации не превышают 45 мг/л) разрушающе действует на сердечно-сосудистую и иммунную системы, вызывает тяжелую болезнь крови – гемоглобинемию. В районах интенсивного применения ядохимикатов высока детская смертность, отмечаются грубые изменения генетического аппарата, что ведет к появлению вредных мутаций и уродств.

Загрязнение почв, воздуха и природных вод в наше время приобрело широкие масштабы, что стало реальной угрозой всему живому. Низшие растительные и животные организмы составляют начальные звенья биологических цепей и цепей питания. Они отличаются чрезвычайно высокими уровнями накопления тяжелых металлов, ядохимикатов, разнообразных токсических веществ. У высокоорганизованных животных и у человека эти токсиканты оказывают жестокое кумулятивное воздействие на генетический аппарат и нервную систему.

В решении экологических проблем велика роль специалистов сельского хозяйства – зооинженеров и врачей ветеринарной медицины, и поэтому издание учебника по сельскохозяйственной экологии просто необходимо для их подготовки.

Вышедшие в последние годы учебники и учебные пособия отечественных и зарубежных авторов в большинстве своем посвящены частным вопросам общей экологии, не отражают проблем сельскохозяйственной экологии, путей решения этих проблем.

При подготовке учебного пособия нами широко использовались материалы научной и познавательной литературы, отчеты экологических комиссий, учебников и учебных пособий отечественных и зарубежных авторов.

Список дополнительной литературы, приведены в конце пособия, рассчитан на то, чтобы дать студентам возможность глубже разобраться в экологии, беречь все живое на земле.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИИ

В настоящее время экология является одной из наиболее развивающихся биологических и сельскохозяйственных наук. Термин «экология» впервые использовал немецкий биолог Эрнст Геккель в 1866 году. В своей книге «Всеобщая морфология организмов» он дал свое определение экологии, как науке: «Это познание экономики природы, одновременное исследование всех взаимоотношений живого с органическими и неорганическими компонентами среды, включая непременно неантоганистические и антоганистические взаимоотношения растений и животных, контактирующих друг с другом». Э.Геккель относил экологию к биологическим наукам и наукам о природе, интересующимся всеми сторонами жизни биологических организмов. Основное направление, сформулированное Э.Геккелем, соответствует современному пониманию аутоэкологии – экологии отдельных видов.

В России это направление в основном сформировалось в 30-е годы трудами Н.И.Калабухова и А.Д.Слонима. Одновременно с этим в первой половине 20 века начались широкие работы по изучению надорганизменных биологических систем. Концепция биоценозов, как многовидовых сообществ живых организмов, функционально связанных друг с другом, создана в основном трудами К.Мебиуса (1877), С.Форбса (1887) и др. К.Мебиус одним из первых применил к исследованию объектов живой природы особый подход, который получил в наши дни название системного подхода. Этот подход ориентирует исследователя на раскрытие целостных свойств объектов и обеспечения их механизмов, на выявление многообразных связей в биологической системе и разработку эффективных методов ее изучения. В 1927 году Ч.Элтон опубликовал первый учебник-монографию по экологии, в котором выделил своеобразие биоценологических процессов, определил понятие трофической ниши и сформулировал правило экологических пирамид. В своей монографии он впервые отчетливо выделил направление популяционной экологии. Практически все исследования экосистемного уровня строились на том, что межвидовые взаимоотношения в биоценозах осуществляются между популяциями конкретных видов.

К этому же периоду относится деятельность знаменитого русского ученого В.В. Докучаева. Его учение о природных зонах имело исключительное значение для развития экологии. В целом его работы

легли в основу геоботанических исследований, положили начало учению о ландшафтах.

Огромное влияние на развитие экологии оказали работы выдающегося русского геохимика В.И.Вернадского. Он посвятил себя изучению процессов, протекающих в биосфере и разработал теорию, которая легла в основу современного учения о биосфере. В 1926 году В.И.Вернадский опубликовал книгу под названием «Биосфера», в которой впервые была показана планетарная роль совокупности всех видов живых организмов – «живого вещества». Впервые вся живая оболочка планеты предстала как единое целое.

В современных условиях одним из наиболее значимых факторов, определяющих состояние биосферы, стала деятельность человека и ученые-экологи вновь обратились к научному исследованию В. И. Вернадского. Ведь именно он говорил еще в далекие 20-е годы о мощном воздействии человека на окружающую среду и о преобразовании современной биосферы. Для измененной биосферы, находящейся под контролем разума человека он предложил термин «ноосфера» – сфера разума.

В развитие общей экологии большой вклад внес Д.Н.Кашкаров, Г.Гаузе, который провозгласил свой знаменитый принцип конкурентного исключения, В.Н.Сукачев, обосновавший представление о биогеоценозе.

В 50-90 гг. 20-го столетия вопросам экологии посвящены работы отечественных и зарубежных исследователей, ученых, таких, как Ю.Одум, М.И.Будыко, В.Тишлер, В.А.Радкевич, Н.Ф.Реймерс, А.Г.Банников, А.С.Степановских и другие.

Предмет экологии.

Из всего многообразия существующих сегодня определений экологии можно сделать вывод, что экология включает в себя все три уровня организации биологических систем: организменный, популяционный и экосистемный. Исходя из этого можно сформулировать следующее определение:

Экология – это комплексная наука, изучающая взаимоотношения организмов и образуемых ими сообществ между собой и со средой их обитания.

Современная экология – это комплексная дисциплина, далеко выходящая за рамки биологической науки. Она включает в себя следующие направления:

- общая экология
- геоэкология;
- глобальная экология;
- экология человека;
- прикладная экология;
- сельскохозяйственная экология.

Общая экология, как биологическая дисциплина, подразделяется на следующие направления:

- аутоэкология, устанавливающая пределы существования организмов (особей) в среде их обитания и исследующая реакции на воздействие среды;
- демэкология изучает условия существования популяций как элементарных надорганизменных группировок;
- эйдэкология изучает вид, как надорганизменную биологическую систему;
- синэкология изучает сообщества животных, растений и микроорганизмов.

Предметом исследования экологии являются биологические макросистемы (популяция, сообщество, экосистема, биосфера) и их динамика во времени и пространстве.

Популяция – это группа организмов одного вида, занимающая определенную территорию и в той или иной мере изолированная от других групп организмов.

Сообщество – группа организмов различных видов, обитающих на определенной территории и взаимодействующих посредством трофических и пространственных взаимоотношений.

Экосистема – сообщество организмов с окружающей и физической средой, взаимодействующих между собой и образующих экологическую единицу.

Различные экосистемы вместе образуют биосферу – включающую все живые организмы и всю физическую среду, с которой они

взаимодействуют. Океан, поверхность суши и нижние слои атмосферы – все это входит в биосферу.

Задачи и проблемы экологии.

Наиболее важной и актуальной проблемой современной экологии необходимо признать определение роли и места человека в глобальных биосферных процессах. Перед человечеством на сегодняшний день стоит одна главная задача – предотвращение экологической катастрофы.

Что касается задач современной экологии, то и здесь нет единогообразного подхода. Общеэкологические задачи должны осуществляться на конкретно-научном уровне. Изучая взаимосвязи животного с окружающей абиотической средой, экология решает разные задачи на каждом системном уровне организации жизни. На организменном уровне рассматриваются проблемы адаптации организмов, механизмы, обеспечивающие устойчивость их функционирования.

На популяционном уровне – это исследования форм взаимоотношений между организмами, обеспечивающих существование популяции как целостной, саморегулирующейся системы. Основное здесь – определение тех свойств популяции, которые обеспечивают возможность ее неограниченно длительного существования в постоянно изменяющихся условиях среды. Главная цель – сбережение целостной ткани живого вещества. Не изучение взаимосвязи отдельного организма со средой, а изучение взаимосвязей и приспособительных реакций популяции с условиями их существования должно стать основной задачей экологии.

Следует отметить, что популяционный уровень наиболее важен из-за возможности управления популяциями со стороны человека. Воздействие на отдельный организм никакого эффекта не дает, поскольку он смертен и его отдельно взятые индивидуальные свойства во взаимоотношениях между особями и средой в целом ничего не изменят. Но если воздействию подвергается вся популяция, то в случае ее гибели возможно ограничение (или уничтожение) какого-то природного ресурса, важного для человека.

На экосистемном (биогеоценотическом) уровне основной задачей является исследование закономерностей функционирования и продукционных процессов многовидовых биоценозов вместе с их неорганическим окружением.

На биосферном (глобальном) уровне выявляются причины и механизмы изменения элементов биосферы в результате воздействия человеческой деятельности. Двойное положение человека в биосфере (с одной стороны, это гетеротрофный живой организм, с другой — высокоразвитое живое существо, наделенное разумом и вооруженное достижениями научно-технической революции) диктует необходимость предельной осторожности и взвешенности решений при любой ее попытке вмешательства в исторически сложившиеся взаимосвязи и процессы живой природы.

Проблемы и задачи частной экологии предполагают решение вопросов сохранения физико-химического баланса в биосфере. Осуществление этих задач возможно на нескольких уровнях: технологическом, экономическом, юридическом и др.

К основным проблемам следует отнести:

- изменения климата Земли, парниковый эффект (антропогенное потепление), разрушение озонового экрана;
- загрязнение атмосферы, кислотные осадки;
- демографический взрыв, относительное перенаселение Земли в некоторых регионах; чрезмерную урбанизацию;
- загрязнение почв, уменьшение их площадей;
- загрязнение океана и поверхностных вод суши;
- радиоактивное загрязнение локальных участков;
- опустынивание, уменьшение площадей тропических и северных лесов;
- отсутствие утилизации промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов;
- ухудшение качества продуктов питания, в результате неправильного использования пестицидов, кормовых добавок, ветеринарных препаратов и др.;
- отсутствие средств для финансирования природоохранных мероприятий.

В настоящее время большинство международных экологических конфликтов условно можно разделить на четыре категории: распределение водных ресурсов, загрязнение морей, чистота воздуха, чистота воды.

Современная экология является научной базой рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, охраны окружающей среды. Последовательное решение насущных экологических

проблем должно привести к снижению негативного воздействия общества на отдельные экосистемы и природу в целом, включая человека.

Методы экологических исследований.

В экологии используются методы исследования и понятия, применяемые в других науках. Многие же методы исследований свойственны исключительно экологии. Например, если исследования экологии особей (аутэкология) иногда близки исследованиям в области физиологии, то изучение популяций и биоценозов относится всецело к экологии.

Основные методы экологических исследований: полевые, экспериментальные исследования с использованием экосистемного, популяционного, эволюционного и исторических подходов, изучение сообществ и анализ местообитаний.

Первостепенное значение имеют полевые исследования, т.е. изучение популяций видов и их сообществ в естественной обстановке. Полевые методы позволяют установить результаты влияния на организм определенного комплекса факторов окружающей среды, выявить общую картину развития вида в конкретных условиях.

Однако полевые методы не всегда дают точный ответ на поставленные вопросы. Поэтому применяют экспериментальные методы, которые позволяют вычлениить и проанализировать роль отдельных факторов при постоянстве всех остальных в искусственно созданных и контролируемых условиях. В экологическом эксперименте трудно воспроизвести весь комплекс природных условий, но можно изучить влияние отдельных факторов на вид, популяцию или сообщество.

Модель – это абстрактное описание того или иного явления реального мира, позволяющее делать предсказания относительно этого явления. Модель должна быть статистической и строго математической для того, чтобы получить надежные прогнозы. Модель должна включать три основных компонента: анализируемое пространство (границы системы); подсистемы (компоненты), считающиеся важными для общего функционирования; рассматриваемый временной интервал.

В последнее время широкое распространение получило моделирование биологических явлений, т.е. воспроизводство в искусственных системах различных процессов, происходящих в живой природе. Примером биологических моделей может служить аппарат искусственного дыхания, кровообращения, искусственные почки, протезы.

При описании биологических явлений применяются методы математического моделирования. Они используются для экологического прогнозирования. Составление экологического прогноза является сложной и ответственной задачей и невозможно без всестороннего математического анализа всех аспектов взаимоотношений живых организмов и многочисленных факторов внешней среды. В последнее время среди прогнозистов широко распространилось понятие «мониторинг», которое включает не только наблюдение за состоянием окружающей среды, но и контроль, и управление за ее состоянием.

1. СРЕДА ОБИТАНИЯ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ.

Понятие среды обитания и факторов среды.

Жизнедеятельность любого организма обусловлена его взаимодействием с окружающей средой.

Среда – это часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них прямое или косвенное воздействие. Из среды организмы получают все необходимое для жизни и в нее же выделяют продукты обмена веществ. Среда обитания каждого организма складывается из множества элементов неорганической, органической природы и элементов, приносимых человеком и его деятельностью. Причем эти составные элементы среды могут быть необходимы организму, могут быть безразличны или вредны для него.

Совокупность необходимых для организма элементов среды обитания, с которыми он находится в неразрывном единстве и без которых существовать не может – это условия существования или условия жизни.

Элементы среды, воздействующие на организм, называются факторами среды или экологическими факторами.

Экологический фактор – любой элемент среды, оказывающий прямое или косвенное влияние на живые организмы и на который организмы реагируют приспособительными реакциями.

Разнообразие экологических факторов и влияние их на организм.

Многообразие экологических факторов подразделяется на две большие группы: абиотические и биотические.

Абиотические факторы – это комплекс условий неорганической среды, влияющих на организм: свет, температура, влага, ветер, воздух, давление, течения, долгота дня; механический состав почвы, ее проницаемость, влагоемкость; содержание в почве или воде элементов питания, газовый состав, соленость воды и т.д.

Биотические факторы – это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. Под биотическими факторами понимают влияние растений на других членов биоценоза, влияние животных на других членов биоценоза, а также антропогенные факторы – все формы деятельности человеческого общества.

Факторы всех групп играют значительную роль в существовании как отдельных организмов, так и их сообществ.

Экологические факторы воздействуют на живые организмы неравным образом, вызывая неравнозначные и различающиеся по ответу реакции. Влияние экологических факторов может устранять отдельные виды с той или иной территории; изменять плодовитость особей, сроки жизни и т.д., приводить к существенным популяционным перестройкам; изменять конкурентоспособность видов и приводить к перестройкам в сообществах разных типов; вызывать появление адаптивных изменений у видов; через воздействие на отдельные виды оказывать существенное влияние на биогеохимические циклы в биосфере.

Несмотря на большое разнообразие экологических факторов в характере их воздействия на организм и в ответных реакциях живых существ есть ряд общих закономерностей. Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется оптимумом, а дающая наихудший эффект, т.е. условия, при которых жизнедеятельность организма максимально угнетается, но он еще может существовать - пессимумом. Диапазон зон оптимума и пессимума служит критерием выносливости, пластичности организма по отношению к данному экологическому фактору и называется экологической валентностью.

Экологическая валентность (пластичность) - свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды.

Виды, способные существовать лишь при небольших отклонениях от оптимальной величины фактора, называются стенобионтными, а выдерживающие значительные изменения фактора - эврибионтными.

Эврибионтность и стенобионтность характеризуют различные типы приспособленности организмов к выживанию. Эврибионтность, как правило, способствует широкому распространению видов. Стенобионтность обычно ограничивает ареалы.

Экологические факторы обычно действуют на организм не изолированно, а комплексно. Оптимальная зона и пределы выносливости организмов по отношению к тому или иному фактору могут заметно смещаться в зависимости от того, в каком сочетании и с какой силой проявляются одновременно другие факторы. Известно, что жару легче переносить в условиях сухого, а не влажного воздуха. Мороз более ощутим при сильном ветре.

Один фактор нельзя заменить другим полностью, однако при комплексном воздействии среды часто имеет место «эффект замещения», который проявляется в сходстве результатов воздействия разных факторов. Например, увядание растений приостанавливается как при увеличении воды в почве, так и при снижении температуры воздуха. В сельскохозяйственном производстве очень важно знать закономерности взаимодействия факторов, чтобы обеспечить оптимальные условия для культурных растений и домашних животных.

В комплексном действии среды факторы по своему воздействию неравноценны для организмов. Их можно разделить на ведущие и сопутствующие. Ведущие факторы различны для разных организмов, даже если они обитают в одном месте. Они могут меняться в зависимости от сезона года, климатического пояса, различного возрастного состояния организмов. Понятие о ведущих факторах нельзя смешивать с понятием об ограничивающих факторах.

Факторы, которые ограничивают возможность существования вида в экстремальных для него условиях, называют ограничивающими или лимитирующими. Ограничивающее действие фактора будет проявляться и в том случае, когда другие факторы среды благоприятны или даже оптимальны. В роли ограничивающего фактора могут выступать как ведущие, так и фоновые экологические факторы.

Понятие о лимитирующих факторах было введено в 1840 году химиком Ю.Либихом. Изучая влияния на рост растений содержания различных химических элементов в почве, он сформулировал принцип, известный под названием закона минимума Либиха.

«В комплексе экологических факторов сильнее действует тот, который наиболее близок к пределу выносливости».

Рассмотрим закон минимума Либиха на конкретных примерах. В почве содержатся все элементы питания, необходимые для данного вида растений, кроме одного из них, например цинка. Рост растений будет на такой почве сильно угнетен или вообще невозможен. Если мы прибавим в почву нужное количество цинка, это приведет к увеличению урожая. Но если мы будем вносить любые другие химические соединения, а цинк будет отсутствовать, это не даст никакого эффекта.

Закон минимума Либиха распространяется на все абиотические и биотические факторы, влияющие на организм. Сформулированный закон применим как к растениям, так и к животным.

Лимитирующим фактором может быть не только недостаток, но и избыток таких факторов, как, например, тепло, свет, вода. Представление о лимитирующем влиянии максимума наравне с минимумом ввел В.Шелфорд, сформулировавший "закон толерантности". Он гласит: «лимитирующим фактором, ограничивающим развитие организма, может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия. Диапазон между этими величинами определяет величину выносливости организма».

Таким образом, для каждого вида существуют пределы значений жизненно необходимых факторов среды, которые ограничивают зону его толерантности. Живой организм может существовать в некотором определенном интервале значений факторов. Чем шире этот интервал, тем больше устойчивость, или толерантность, данного организма. Закон толерантности является одним из основополагающих принципов современной экологии.

Основные экологические факторы среды.

Свет. Наиболее значимым фактором внешней среды является свет. Он необходим для жизни, т.к. это источник энергии для фотосинтеза. На живые организмы свет действует неоднозначно. С одной стороны его прямое воздействие губительно для организма. Свет не только жизненно необходимый, но и лимитирующий фактор как на его максимальном, так и на минимальном уровне.

Солнечная радиация – практически единственный источник тепла для нашей планеты, на ее приходится около 99,9% в общем балансе энергии земли.

Энергия Солнца, достигающая поверхности Земли, составляет лишь 43% от той, что идет к нам от светила. Примерно 42% солнечной энергии отражается обратно, а 15% поглощается и рассеивается в атмосфере.

Поступающая от солнца лучистая энергия распространяется в пространстве в виде электромагнитных волн: ультрафиолетовые лучи (дл. волны меньше 0,4мкм), видимые лучи (дл. волны 0,4-0,75 мкм), инфракрасные лучи (дл. волны больше 0,75 мкм).

Ультрафиолетовые лучи с длиной волны менее 0,29 мкм губительны для всего живого, они практически полностью поглощаются на высоте 20-25 км озоновым экраном – тонким слоем атмосферы, содержащим молекулы O₃. Длинноволновые (0,29-0,4 мкм) ультрафиолето-

вые лучи обладают высокой энергией квантов и высокой фотохимической активностью. Большие дозы их вредны для организмов, а небольшие необходимы многим видам (способствуют образованию витамина Д, синтезу пигментов клетками кожи (загар - защитная реакция кожи)). У растений они оказывают формообразовательный эффект и способствуют синтезу биологически активных веществ (пигментов, витаминов), оказывают мощное бактерицидное действие.

Видимые лучи имеют особенно большое значение для организмов. Видимая радиация несет приблизительно 50% суммарной энергии. Это обусловило появление у животных и растений многих важных приспособлений. Так у зеленых растений сформировался аппарат фотосинтеза. Для животных световой фактор является необходимым условием ориентации в пространстве и во времени, он также участвует в регуляции многих процессов жизнедеятельности.

Инфракрасные, или тепловые лучи повышают температуру природной среды и воспринимаются всеми организмами, например, воздействуя на тепловые центры нервной системы животных организмов, осуществляя тем самым у них регуляцию окислительных процессов.

Важнейшие процессы, протекающие у растений и животных с участием света:

1. Фотосинтез. В среднем 1-5% падающего на растения света используется для фотосинтеза. Фотосинтез – источник энергии для всей остальной пищевой цепи.
2. Транспирация. Примерно 75% падающей на растения солнечной радиации расходуется на испарение воды и таким образом усиливается транспирация.
3. Фотопериодизм. Важен для синхронизации жизнедеятельности и поведения растений и животных (особенно размножения) с временами года.
4. Движение. Фотопериодизм у растений важен для того, чтобы обеспечит растению достаточную освещенность. Фототаксис у животных и одноклеточных растений необходим для нахождения подходящего местообитания.
5. Зрение у животных. Одна их главных сенсорных функций.
6. Прочие процессы. Синтез витамина Д у человека и животных. Длительное воздействие ультрафиолетовых лу-

чей может вызывать повреждение тканей, особенно у животных. Выработались защитные приспособления – пигментации, поведенческие реакции избегания и т.д.

Световой фактор играет для растений весьма важную роль: от интенсивности солнечного освещения зависит продуктивность, производительность растений. Однако световой режим на Земле довольно разнообразен. В лесу он иной, чем на лугу. Освещение в лиственном и темнохвойном еловом лесу заметно различается. И таких примеров можно привести множество. Конечно, растения стремятся как можно полнее использовать ту солнечную радиацию, которая достигает Земли. Растения приспосабливаются к условиям различной освещенности в природе при помощи различных приспособлений, выработанных в процессе естественного отбора.

По степени освещенности в естественных местообитаниях различают следующие экологические группы растений:

1. Светолюбивые или гелиофиты – растения открытых, постоянно хорошо освещаемых местообитаний (растения степей, пустынь, хлебные злаки).
2. Теневые или сциофиты, которые произрастают только в затемненных местах при рассеянном свете, они плохо переносят сильное освещение прямыми солнечными лучами (растения нижних ярусов тенистых лесов, пещер, глубоководные растения).
3. Теневыносливые или факультативные гелиофиты, характеризуются широкими пределами выносливости к световому фактору. Могут переносить большее или меньшее затенение, но хорошо растут и на свету; они легче других растений перестраиваются под влиянием изменяющихся условий освещения (большинство лесообразующих пород).

В процессе эволюции у растений возникли различные адаптации к световому режиму местообитаний. Например, у гелиофитов (светолюбивые) листья обычно мелкие или с рассеченной листовой пластинкой, с толстой наружной стенкой клеток эпидермиса и с толстой кутикулой, часто с восковым налетом или густым опушением, с хорошо развитыми механическими тканями. Листья часто фотометричные, т.е. повернуты ребром к полуденным лучам солнца. Оптический аппарат гелиофитов развит лучше, чем у сциофитов, имеет боль-

шую фотоактивную поверхность и приспособлен к более полному поглощению света. Обычно палисадная (столбчатая) паренхима двух-трехслойная (у некоторых саванных растений Западной Африки – до 10 слоев), мелкие хлоропласты в большом количестве (200) расположены вдоль продольных стенок.

У сциофитов (теневого) (мхи, плауны, кислица обыкновенная, грушанки, майник двулистный и др.) побеги более вытянуты, чем у гелиофитов, листья располагаются горизонтально, более крупные и тонкие, клетки эпидермиса крупнее, но с более тонкими наружными стенками и тонкой кутикулой, палисадная паренхима однослойная, площадь жилок меньше и число устьиц меньше на единицу площади. Хлоропласты крупные, но число их не велико.

Факультативные гелиофиты (теневоносильные) имеют адаптации, сближающие их то с гелиофитами, то со сциофитами. К этой группе относятся некоторые луговые растения, лесные травы и кустарники, растущие в затененных участках леса и на лесных полянах, опушках, вырубках, фотосинтезирующий аппарат может перестраиваться при изменении светового режима. Так, листья кукурузы нижнего яруса, попадая в условия затенения, при сильном разрастании листьев среднего и верхнего яруса становятся теневыми. У древесных и кустарниковых пород теневая или световая структура листа часто определяется условиями освещения предыдущего года, когда закладываются почки: если закладка почек идет на свету, то формируется световая структура и наоборот.

Для животных солнечный свет менее необходим, чем для зеленых растений, поскольку все гетеротрофы существуют за счет энергии, накопленной растениями. Но, тем не менее, и в жизни животных свет играет важную роль. Он является необходимым условием видения, зрительной ориентации в пространстве. Уже у одноклеточных появляются чувствительные глазки, представляющие собой светочувствительные участки цитоплазмы, а также соответствующие органы есть у многих беспозвоночных. Примитивные глазки представляют собой светочувствительные клетки, окруженные пигментом. Органы зрения из отдельных глазков не дают изображения предметов, а воспринимают только колебания освещенности, чередования света и тени. Образное зрение возможно только при достаточно сложном устройстве глаза. Наиболее совершенные органы зрения – это глаза позвоночных, головоногих моллюсков, насекомых. Они воспринимают форму и раз-

меры предметов, их цвет. Различают ночные и дневные виды животных. Большинство млекопитающих и птиц, ведущих происхождение от сумеречных и ночных предков, не различают цветов и видят все в черно-белом цвете (собачьи, кошачьи, хомяки, ночные птицы (совы, козодои)). Дневные птицы имеют хорошо развитое цветовое зрение. Некоторые виды живут в постоянной темноте (почвенные животные, обитатели пещер, эндопаразиты). Животные ориентируются с помощью зрения во время дальних перелетов и миграций. Например, птицы с точностью выбирают направление полета. При дальних перелетах птицы ориентируются по солнцу и звездам, а при отклонении от курса способны к навигации, т.е. к изменению ориентации, чтобы попасть в нужную точку земли. Способность к подобного рода ориентации свойственна пчелам и другим насекомым. Пчелы, нашедшие нектар, передают другим информацию о том, куда лететь за взятком, используя в качестве ориентира положение солнца. В темных глубинах океана в качестве источника зрительной информации организмы используют свет, испускаемый живыми существами. Свечение живого организма получило название биолюминисценции. Светящиеся виды есть почти во всех классах водных животных, среди бактерий, низших растений, грибов. Биолюминисценция имеет в жизни животных сигнальное значение. У наземных видов (жуков, светляков) световая сигнализация используется для привлечения особей противоположного пола.

Температура. Тепловой режим – важнейшее условие существования живых организмов, так как все физиологические процессы в них возможны при определенных условиях.

Диапазон температур, в которых могут существовать живые организмы, довольно узок и не превышает 300°C , колеблясь примерно от -100°C до $+100^{\circ}\text{C}$. На самом деле большинство видов и большая часть активных физиологических процессов приурочена к более узкому диапазону температур. Как правило, это температуры, при которых возможно нормальное строение и функционирование белков - от 0°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

Однако некоторые живые организмы выдерживают ее значительные колебания. Отдельные виды бактерий и сине-зеленых водорослей могут существовать в горячих источниках при температуре $+80^{\circ}\text{C}$. Полярные воды с температурой от 0°C до -2°C населены разнообразными живыми организмами, беспозвоночными, рыбами, водорослями.

Температура обычно не является величиной постоянной. Она характеризуется ярко выраженными как сезонными, так и суточными колебаниями. В ряде районов земли это действие фактора имеет важное сигнальное значение в регуляции сроков активности организмов, обеспечении их суточного и сезонного режима жизни.

Значение температуры заключается и в том, что она изменяет скорость протекания физико-химических клеточных процессов и это отражается на жизнедеятельности организма в целом. Температура влияет и на анатомо-морфологические особенности организмов, ход физиологических процессов, их рост, развитие, поведение и во многих случаях определяет географическое распространение растений и животных.

В зависимости от теплообмена животных подразделяют на пойкилотермных, или холоднокровных, и гомойотермных или теплокровных.

Жизнедеятельность пойкилотермных организмов зависит от температуры окружающей среды (микроорганизмы, беспозвоночные, многие хордовые). Ее повышение до определенных пределов вызывает у них интенсификацию жизненных процессов и ускорение развития. У гомойотермных животных (птицы и млекопитающие) теплота, вырабатываемая как продукт биохимических реакций, служит значительным источником повышения температуры их тела и стабилизации ее на постоянном уровне, независимо от температуры среды. Поддержание и сохранение высокой температуры тела у теплокровных организмов осуществляется благодаря интенсивному обмену веществ, совершенным механизмам терморегуляции и хорошей тепловой изоляции, создаваемой густым волосным покровом, оперением или слоем подкожного жира. Поскольку эти животные существуют за счет внутренних источников тепла, в настоящее время их чаще называют эндотермными.

Пойкилотермные животные отличаются более низким уровнем обмена веществ по сравнению с гомойотермными даже при одинаковой температуре тела. С понижением температуры среды все процессы жизнедеятельности сильно замедляются и животные впадают в оцепенение. Чтобы перейти к активности, животные должны получить определенное количество тепла извне. Основные способы регуляции температуры тела у пойкилотермных – поведенческие (перемена позы,

активный поиск благоприятных микроклиматических условий, смена мест обитания, рытье нор, сооружение гнезда и др.).

Выделяют еще и гетеротермных животных – частный случай гомойотермии. Эти животные впадают в неблагоприятный период года в спячку или оцепенение. В активном состоянии они поддерживают постоянную температуру тела, а в неактивном – пониженную, что сопровождается замедлением обмена веществ. Таковы суслики, сурки, ежи, летучие мыши, сони, стрижи и колибри.

В жизни растений и животных важна не только температура на территории их обитания, но и распределение тепла во времени (тепловой режим).

Тепловой режим растений (опт. 20⁰-30⁰С) весьма изменчив. Растения отличаются очень слабыми возможностями регуляции собственной температуры. Тепло, образующееся в процессе обмена веществ, благодаря трате его на транспирацию, большой излучающей поверхности и несовершенным механизмом регуляции быстро отдается окружающей среде. Основное значение в жизни растений имеет тепло, получаемое извне. Однако совпадение температуры тела растения и среды бывает очень редко. При повышении температуры воздуха, усиливается транспирация через устьица, это спасает растения от перегрева.

По сравнению с растениями, животные обладают более разнообразными возможностями регулировать температуру организма. Связь размеров и пропорций тела животных с климатическими условиями их обитания была подмечена еще в 19 веке. Более крупные виды теплокровных животных обитают в более холодном, а мелкие – в теплом климате. Это явление носит название правила Бергмана. Согласно этому правилу, при продвижении на север средние размеры тела в популяциях эндотермных животных увеличиваются.

Д.Аллен в 1877 году установил, что у многих млекопитающих и птиц Северного полушария относительные размеры конечностей и различных выступающих частей тела (хвостов, ушей, клювов) увеличивается к югу. Выступающие части имеют большую относительную поверхность, которая выгодна в условиях жаркого климата (они отдают в окружающую среду наибольшее количество тепла). Это явление известно как правило Аллена.

Третье правило, которое носит название правила Глогера, гласит, что окраска животных в холодном и сухом климате сравнительно светлее, чем в теплом и влажном.

Биохимическая адаптация живых организмов к температуре проявляется прежде всего в изменении физико-химического состояния веществ, содержащихся в клетках и тканях. Важным приспособлением к низким температурам является и отложение запасных питательных веществ в виде высокоэнергетических соединений – жира, масла, гликогена и др.

К тканевым механизмам приспособления к действию низких температур относится своеобразное распределение резервных энергетических веществ в теле организмов.

При всем многообразии приспособлений живых организмов к воздействию неблагоприятных температурных условий среды выделяют три основных пути: активный, пассивный и избегание неблагоприятных температурных воздействий.

Активный путь – усиление сопротивляемости, развитие регуляторных способностей, дающих возможность осуществления жизненных функций организма, несмотря от отклонения температуры от оптимума.

Пассивный путь – это подчинение жизненных функций организма ходу внешних температур. Недостаток тепла вызывает угнетение жизнедеятельности, что способствует экономному расходованию энергетических запасов, и в итоге повышению устойчивости клеток и тканей организма.

Избегание неблагоприятных температурных воздействий – общий способ для всех организмов. Для растений это, главным образом, изменения в ростовых процессах, для животных – разнообразные формы поведения.

В связи с тем, что растения и животные приспособлены к определенным тепловым режимам, закономерно, что температурный фактор имеет непосредственное отношение к их распределению на земле и обуславливает заселенность природных зон живыми организмами. Одной из главных закономерностей в распределении современных организмов является их биополярность. Это значит, что у организмов в высоких широтах умеренных зон наблюдается определенное сходство в систематическом составе и ряде биологических явлений. Это характерно как для наземной, так и для морской фауны и флоры.

Влажность. Вода – важнейший экологический фактор в жизни наземных организмов. Протекание всех биохимических процессов в

клетках и нормальное функционирование организма в целом возможно только при наличии воды. Вода составляет 80% содержимого клетки. Организмы постоянно теряют воду, поэтому необходимо ее постоянное пополнение путем питья или потребления влажной пищи. Животные засушливых областей используют метаболическую воду (окисление 100 г жира – 100 г воды); при высокой влажности воздуха возможно поглощение воды через покровы тела. Потребность организмов в воде в разные периоды развития не одинаковы. Первостепенное значение во всех проявлениях жизнедеятельности имеет водный обмен между организмом и окружающей средой. Влажность среды нередко является фактором, лимитирующим распространение и численность организмов на Земле.

Влажность – это параметр, характеризующий содержание водяного пара в воздухе. Различают абсолютную и относительную влажности.

Абсолютная влажность – это масса водяного пара в 1 куб. метре воздуха. Измеряется абсолютная влажность воздуха в граммах. Она влияет на условия вегетации растений, на испарение.

Относительная влажность – это отношение количества имеющегося в воздухе пара к насыщенному количеству пара при данных условиях температуры и давления.

Дефицит насыщения – это разность между максимальной и абсолютной влажностью при определенной температуре и давлении.

Влажность воздуха не одинакова на протяжении суток и в течение года. Она влияет на периодичность активной жизни организмов, сезонность жизненных циклов, на продолжительность их развития, плодовитость, смертность.

По отношению к влажности все растения делятся на различные экологические группы.

Водные растения, полностью или большей своей частью погруженные в воду – гидатофиты. К ним относятся такие обычные водные растения, как кувшинка белая, кубышка желтая, стрелолист.

Наземно-водные растения, погруженные в воду меньшей своей частью – гидрофиты. Среди них можно назвать тростник обыкновенный, рогоз узколистый.

Растения, жизненный цикл которых проходит в условиях достаточного водоснабжения и высокой влажности воздуха – гигрофитами. Они плохо переносят даже кратковременное увядание, так как у

них плохо развита регуляция устьичной транспирации. К гигрофитам относят роснянки, некоторые злаки, подорожники, орхидные, папирус, пальмы болотные. Им присущи большие листья, слабое развитие кутикулы и корневой системы.

Растения умеренно увлажненных мест - мезофиты. Могут переносить непродолжительную и не очень сильную засуху. К ним относятся лиственные деревья, сельскохозяйственные культуры, луговые травы, вечно зеленые тропические деревья, листопадные деревья саванны. У мезофитов хорошо развита корневая система с корневыми волосками, устьица расположены на нижней части листа, что регулирует интенсивную транспирацию.

Растения, обитающие в условиях недостаточного увлажнения – ксерофиты. Это обитатели степей, полустепных пустынь. Они подразделяются на 2 основных типа: суккуленты и склерофиты.

Суккуленты – сочные растения с развитой водозапасающей паренхимой в разных органах. К ним относятся кактусы, листовые алоэ, агавы. Особенно много суккулентов в центральной Америке и Южной Африке.

Склерофиты – это сухие на вид растения с узкими и мелкими листьями, с хорошо развитой корневой системой: ковыль, типчак, верблюжья колючка, саксаул, полынь.

Влажность воздуха также очень важна для животных, так как от нее зависит величина испарения с поверхности тела. По отношению к водному режиму наземные животные подразделяются на три основные экологические группы: гигрофильные (влаголюбивые), мезофильные (предпочитающие умеренную влажность) и ксерофильные (сухлюбивые).

Примером гигрофилов могут служить мокрицы, кровососущие комары, моллюски наземные, амфибии; мезофилов – обитатели с умеренной влажностью (птицы, млекопитающие); ксерофилов – грызуны, пресмыкающиеся, верблюды, некоторые насекомые: долгоносики, гусеницы платяной моли.

Рассмотрение отдельных факторов среды – это не конечная цель экологического исследования, а способ подойти к сложным экологическим проблемам, дать сравнительную оценку важности различных факторов, действующих совместно в реальных экосистемах.

Температура и влажность являются ведущими климатическими факторами и тесно взаимосвязаны между собой.

При неизменном количестве воды в воздухе, когда температура падает, относительная влажность увеличивается. Если воздух охлаждается до температуры ниже точки водонасыщения (100%), происходит конденсация и выпадают осадки. При нагревании его относительная влажность падает. Сочетание температуры и влажности часто играет решающую роль в распределении растительности и животных. Взаимодействие температуры и влажности зависит не только от относительной, но и от абсолютной их величины. Например, температура оказывает более выраженное влияние на организмы в условиях влажности, близкой к критической, т.е. если влажность очень велика или очень мала. Влажность также играет более критическую роль при температуре, близкой к предельным значениям. Отсюда одни и те же виды организмов в различных географических зонах предпочитают разные местообитания. Например, широко распространенные виды на юге произрастают на северных склонах, а на севере встречаются только на южных.

Биологические ритмы.

Одно из основных свойств живой природы – это цикличность большинства происходящих в ней процессов. Между движением небесных тел и живыми организмами на Земле существует связь.

Живые организмы не только приспосабливаются к физическим факторам среды, но и обладают различными механизмами, точно определяющими положение Солнца, реагирующими на ритм приливов, фазы Луны и движение нашей планеты. Для распределения своих функций во времени и «программирования» своих жизненных циклов они используют естественную периодичность этих факторов, чтобы как можно более оптимально использовать благоприятные условия. В процессе исторического развития циклические явления, происходящие в природе, были восприняты, усвоены живой материей и у организмов выработалось свойство периодически изменять свое физиологическое состояние.

Равномерное чередование во времени каких-либо состояний организма называется биологическим ритмом.

Различают внешние и внутренние ритмы организма. Внешние ритмы имеют географическую природу и связаны с вращением Земли относительно Солнца и Луны относительно Земли. Внутренние, физиологические ритмы возникли исторически. Ни один физиологический процесс в организме не осуществляется непрерывно и все они

подчиняются определенному ритму. Каждая система имеет свой собственный период. Данную ритмику называют эндогенной.

Внутренние ритмы организма интегрированы в целостную систему и в конечном итоге выступают в виде общей периодичности поведения организма. Организм как бы отсчитывает время, ритмически осуществляя свои физиологические функции. Время выступает как один из важнейших экологических факторов, на который должны реагировать живые организмы, приспосабливаясь к внешним циклическим изменениям природы.

Изменения в жизнедеятельности организмов часто совпадают с внешними циклами, среди которых важное место занимают суточные и сезонные.

Суточный режим обусловлен периодическим изменением освещенности из-за вращения Земли вокруг своей оси. В растениях фотосинтез идет только в светлое время суток, открывание и закрытие цветков, поднятие и опускание листьев, интенсивность дыхания приурочены к определенному времени суток. Некоторые виды животных активны только днем и, наоборот, некоторые избегают попадать на солнечный свет.

По типу суточной активности животные делятся на две группы – дневную и ночную. Однако имеются виды животных с приблизительно одинаковой активностью как днем, так и ночью. У них покой и бодрствование чередуются короткими периодами. Такой ритм называется полифазным.

Сезонная периодичность относится к числу наиболее общих явлений в живой природе. Смена времен года наиболее заметно протекает в зонах умеренного климата и северных широтах. Периодичность в жизни животных и растений является результатом приспособления их к годичному изменению метеорологических условий. Она определяется в выработке определенного ежегодного ритма в их жизнедеятельности.

Потребность растений умеренных широт в чередовании в течение года холодных и теплых периодов получила название сезонного термопериодизма.

Нередко решающим фактором сезонной периодичности является увеличение продолжительности дня. У многих живых организмов имеются специальные физиологические механизмы, реагирующие на продолжительность дня и в соответствии с этим изменяющие их образ

действий. Например, сезонные изменения мехового покрова некоторых млекопитающих определяются относительной продолжительностью дня и ночи и мало или совсем не зависят от температуры.

Смена времен года связана не только с периодами обилия или недостатка пищи, но и с ритмом размножения. У домашних животных и животных в естественной природной среде умеренного пояса потомство обычно появляется весной и подрастает в период, когда больше всего растительной пищи. Однако размножение многих мелких млекопитающих часто не имеет строгой сезонности. В зависимости от количества кормов размножение может идти в любой сезон года.

Фотопериодизм. Надежный сигнал, по которому организмы умеренной зоны упорядочивают свою активность – это длина дня, или фотопериод. В отличие от других сезонных факторов длина дня в данное время года и в данном месте всегда одинакова. Явление фотопериода было открыто американскими учеными на растениях табака.

Ритмические изменения морфологических, биохимических и физических свойств и функций организма под влиянием чередования и длительности освещения получили название фотопериодизма.

По типу фотопериодической реакции выделяют следующие основные группы растений: растения короткого дня, растения длинного дня, нейтральные к длине дня растения.

Животные, особенно насекомые, также чувствительны к продолжительности дня. С ней связаны, прежде всего, процессы размножения и эмбрионального развития, приспособительные реакции (диапауза, линька, миграции).

У животных и растений суточная периодичность светового режима обуславливает многочисленные приспособления к дневному и ночному образу жизни. Все их физиологические процессы имеют суточный режим. Эти реакции основаны на правильном чередовании продолжительности дня и ночи.

Организмы имеют приспособления к неблагоприятным сезонным явлениям. Так, для растений свойственно состояние покоя, характеризующееся прекращением роста и замедлением физиолого-биохимических процессов. Отмечают органический, глубокий и вынужденный покой растений.

У животных приспособления к переживанию неблагоприятных сезонных явлений более разнообразны. Своеобразным приспособлением к неблагоприятным сезонным факторам служит спячка. В период

зимней или летней спячки у животных значительно снижается уровень обмена веществ и потребление кислорода. Животные впадают в глубокое оцепенение.

Для членистоногих характерна диапауза – длительная приостановка развития. У многих животных широко распространенным приспособлением к неблагоприятным условиям являются миграции. Недостаток пищи или ухудшение погодных условий побуждают некоторых насекомых, птиц, млекопитающих к первоначально ненаправленным откочевкам. Регулярные миграции многих перелетных птиц определяются ежегодно или изменениями погоды или фотопериодом.

2. ОСНОВНЫЕ СРЕДЫ ЖИЗНИ

На нашей планете живые организмы освоили четыре среды жизни. Водная среда была первой, в которой возникла и распространилась жизнь. Далее организмы начали заселять наземно-воздушную среду. Появились наземные растения и животные, которые адаптировались к новым условиям жизни. Функционирование живого вещества на суше привело к образованию почвы. Почву заселили как водные, так и наземные организмы. Четвертой средой жизни стали сами живые организмы.

Водная среда.

Водная среда жизни, гидросфера, занимает до 71% площади земного шара. Основное количество воды (до 94%) сосредоточено в морях и океанах, 1,2% льда, пресные воды рек, озер, болот не превышают 0,45%. В водной среде обитает примерно 150 тысяч видов животных (7%) и 10 тысяч видов растений (8%).

Характерной чертой водной среды является ее подвижность. Обитатели водоемов выработали соответствующие приспособления к подвижности в данной среде (форма тела, органы прикрепления и др.). Поскольку температурный режим водоемов характеризуется большой стабильностью, организмы, обитающие в них, отличаются относительным постоянством температуры тела и обладают узким диапазоном приспособленности к колебаниям температурной среды (стенотермностью). Эвритермные виды встречаются главным образом в мелких континентальных водоемах и на литорали морей высоких и умеренных широт, где значительны суточные и сезонные колебания температуры.

В воде свойственна значительная плотность. В этом отношении она в 800 раз превосходит воздушную среду. В среднем в водной толще на каждые 10 м глубины давление возрастает на 1 атмосферу. В связи с этим у растений слабо развивается механическая ткань, поэтому стебли их эластичны и легко изгибаются. Погруженные гидрофиты обладают хорошей плавучестью, создаваемой специальными приспособлениями, такими, как воздушные мешки, вздутия. Плавучесть также повышается с увеличением поверхности тела.

Организмы в водной среде распределены по всей ее толще (в океане животные встречаются на глубине до 10 тыс. метров, переносят давление от нескольких до нескольких сот атмосфер). Но вместе с тем

следует отметить, что многие обитатели морей и океанов относительно стенобионтны и приспособлены к определенным глубинам (мелководные и глубоководные виды).

Толща воды – пелагиаль – заселена пелагическими организмами, способными активно плавать или парить в определенном слое воды. В соответствии с этим организмы делятся на 2 группы: нектон и планктон, а обитатели дна образуют третью экологическую группу организмов – бентос.

Нектон (плавающий) – это совокупность пелагических, активно передвигающихся животных, не имеющих непосредственной связи с дном. В основном это крупные животные, способные преодолевать большие расстояния и сильные течения (рыбы, кальмары, ластроногие, киты). В пресных водоемах кроме рыб к ним относятся земноводные и активные насекомые.

Планктон – (парящий) – это совокупность пелагических организмов, не обладающих способностью к быстрым активным передвижениям. Это зоо- и фитопланктон. Планктонные организмы являются важным пищевым компонентом для водных животных (киты).

Бентос (глубина) – это совокупность организмов, обитающих на дне или в грунте водоемов. Он подразделяется на зообентос и фитобентос. Бентосные организмы различают по образу жизни – подвижные, малоподвижные и неподвижные; по способу питания – фотосинтезирующие, плотоядные, растительные, детритные; по размерам – макро-, мезо- и микроорганизмы.

Плотность водной среды обеспечивает возможность животным организмам опираться на нее, что важно для безскелетных форм. Опорность среды служит условием парения в воде. К такому образу жизни приспособлены многие гидробионты.

Большое влияние на водные организмы оказывает прозрачность воды и ее световой режим. Интенсивность света в воде сильно ослаблена, так как часть падающей радиации отражается от поверхности воды, другая поглощается ее толщей. Поглощение света связано с прозрачностью воды. Особенно это сказывается на распространении фотосинтезирующих растений. Так, растения, живущие на поверхности воды, не испытывают недостатка света, а погруженные и особенно глубоководные относятся к «теневого флоры». Им приходится адаптироваться не только к недостатку света, но и к изменению его состава выработкой дополнительных пигментов. В мелководной зоне, как пра-

вило, преобладают зеленые водоросли. В более глубоких зонах встречаются бурые водоросли, имеющие кроме хлорофила бурые пигменты фикофеин, фукоксантин и др. Еще глубже обитают красные водоросли, содержащие пигмент фикоэритрин. Прослеживается способность к улавливанию солнечных лучей с разной длиной волны. Данное явление получило название хроматической адаптации.

С глубиной заметно меняется окраска, видовой состав и у животных. В светлых, поверхностных слоях воды обитают ярко и разнообразно окрашенные животные, глубоководные виды обычно лишены пигментов. В больших глубинах океана обитают животные, окрашенные в цвета с красным оттенком, что помогает им скрываться от врагов.

Немаловажную роль в жизни водных организмов играет соленость воды. Вода является хорошим растворителем многих минеральных соединений, наибольшее значение имеют карбонаты, сульфаты, хлориды. Количество растворенных солей на 1 л воды в пресных водоемах не превышает 0,5 г, в морях и океанах оно достигает 35 г. Для жизни пресноводных животных существенную роль играет кальций. Пресноводные растения и животные обитают в гипотонической среде, т.е. в среде, где концентрация растворенных веществ ниже, чем в жидкостях тела и тканей. Из-за разницы в осмотическом давлении вне и внутри тела в организм постоянно проникает вода, поэтому гидробионты пресных вод вынуждены постоянно удалять ее. У них хорошо выражены процессы осморегуляции.

Концентрация солей в жидкостях тела и тканях морских организмов изотонична концентрации растворенных солей в окружающей воде. В связи с этим осморегуляторные функции у них развиты слабее, чем у пресноводных. Осморегуляция является одной из причин того, что многие морские растения и животные не сумели заселить пресные водоемы и оказались типичными морскими жителями. Типично морские и типично пресноводные организмы не переносят значительных изменений солености воды.

Концентрация водородных ионов также сказывается на распределении водных организмов. Морская вода щелочная и pH ее меньше изменяется, чем в пресной. С увеличением глубины pH уменьшается.

Большинство пресноводных рыб выдерживают рН от 5 до 9. Если рН меньше 5, наблюдается массовая гибель рыб, а выше 10 – погибают все рыбы и другие животные.

Наземно-воздушная среда.

Особенностью наземно-воздушной среды жизни является то, что организмы, обитающие здесь, окружены газообразной средой, характеризующейся низкими влажностью, плотностью и давлением, высоким содержанием кислорода. Экологические факторы имеют свои особенности: более высокая интенсивность света в сравнении с другими средами, значительные колебания температуры, изменения влажности в зависимости от географического положения, сезона года и времени суток.

В процессе эволюции у живых организмов наземно-воздушной среды выработались характерные адаптации (анатомо-морфологические, физиологические, поведенческие и др.). Например, появились органы дыхания (устьица растений, легкие, трахеи у животных), сильное развитие получили скелетные образования, поддерживающие тело в условиях незначительной плотности среды; выработались сложные приспособления для защиты от неблагоприятных факторов (периодичность и ритмика жизненных циклов, наружное строение покровов, механизмы терморегуляции и др.), установилась полная связь с почвой (корни, растений, конечности животных); выработалась большая подвижность животных в поисках пищи; появились летающие животные и переносимые воздушными потоками семена, плоды, пыльца растений.

Рассмотрим особенности воздействия основных экологических факторов на растения и животных в наземно-воздушной среде обитания.

Низкая плотность воздуха определяет его незначительную опорность и малую подъемную силу. Поверхность земли служит всем обитателям наземно-воздушной среды для прикрепления и опоры. Для большинства обитателей пребывание в воздухе связано только с поиском добычи или расселением. Малая плотность воздуха создает также незначительную сопротивляемость передвижению. В связи с этим многие наземные животные приобрели в процессе эволюции способность к полету. 75% всех видов наземных животных способны к активному полету. В основном это насекомые и птицы, но встречаются и млекопитающие, и рептилии. Полет происходит главным образом с помо-

щью мускульных усилий, но некоторые животные могут планировать за счет воздушных течений – пассивный полет. Организмы, пассивно переносимые потоками воздуха, получили название аэропланктона.

Газовый состав воздуха в приземном слое атмосферы довольно однороден: кислород составляет 20,9%, азот – 78,1%, инертные газы – 1%, углекислый газ – 0,03% по объему. Однако различные примеси газообразных, капельножидких, пылевых частиц, попадающих в атмосферу из различных источников, нередко имеют существенное экологическое значение.

Уровень содержания кислорода в воздухе довольно высок и постоянен. Только местами, в специфических условиях, создается временный дефицит кислорода. Содержание углекислого газа в атмосфере может меняться в результате сжигания топлива, обмена с биосферой и океаном. В отдельных участках приземного слоя воздуха содержание углекислого газа может изменяться в довольно значительных пределах. Например, при отсутствии ветра в крупных промышленных центрах концентрация его может возрасть в десятки раз. Закономерны суточные изменения содержания углекислого газа в приземном слое атмосферы, обусловленные ритмом фотосинтеза растений.

В высоких концентрациях углекислый газ токсичен, но в природе такие концентрации встречаются редко. Низкое же его содержание тормозит процесс фотосинтеза. Азот воздуха для большинства обитателей наземно-воздушной среды является инертным газом, но такие микроорганизмы, как клубеньковые бактерии, азотбактерии, клостридии, обладают способностью связывать его и вовлекать в биологический круговорот.

Для наземно-воздушной среды характерен особый световой режим. Количество достигающей поверхности Земли радиации зависит от географической широты местности, продолжительности дня, прозрачности атмосферы, угла падения солнечных лучей.

Освещенность на поверхности Земли варьирует в широких пределах. Все зависит от угла падения солнечных лучей, длины дня и условий погоды, прозрачности атмосферы. Интенсивность света также колеблется в зависимости от времени года и времени суток. В разных местах обитания различаются не только интенсивность радиации, но и ее спектральный состав, продолжительность освещения растений, пространственное и временное распределение света разной интенсивности

и т.д. В связи с этим разнообразны и приспособления организмов к жизни в наземной среде при различных световых режимах.

Одна из наиболее существенных особенностей наземно-воздушной среды жизни – дефицит влаги. Режимы влажности среды на суше разнообразны – от полного и постоянного насыщения воздуха водяными парами в области экваториального и муссонно-тропического климата до практически полного их отсутствия в сухом воздухе пустынь.

Водообеспечение наземных организмов зависит от режима выпадения осадков, наличия водоемов, запасов почвенной влаги, близости грунтовых вод и т.д. Это способствовало развитию у наземных организмов множества адаптаций к различным режимам водообеспечения.

Осадки кроме водообеспечения и создания запасов влаги могут играть и другую экологическую роль. При ливневых дождях вода стекает быстрыми потоками и часто сносит в озера и реки плодородный слой почвы, мелких животных, растения. Отрицательное действие на растения и животных оказывает град. Иногда при этом стихийном бедствии бывают полностью уничтожены посевы на полях. Экологическая роль снежного покрова многообразно. Для многих растений, мелких животных снег играет роль теплоизолирующего покрова. Однако крупным животным снежный зимний покров мешает добывать корм, а выпадение большого количества снега оказывает отрицательное влияние и на растения (механические повреждения растений, выпаривание, вымокание).

Осадки, помимо непосредственного воздействия на организмы обуславливают ту или иную влажность воздуха, которая играет важную роль в жизни растений и животных, так как влияет на интенсивность их водного обмена.

Особенностью наземно-воздушной среды является большой размах температурных колебаний. В большинстве районов суши суточные и годовые амплитуды колебания температуры составляют десятки градусов.

Устойчивость к температурным изменениям у наземных организмов различна и зависит от конкретного местообитания, где протекает их жизнь. Однако в целом они отличаются большей эвритермностью по сравнению с водными организмами.

Для наземно-воздушной среды, как и для водной, характерно четко выраженная зональность. Различают широтные и меридиальные природные зоны. Первые тянутся с запада на восток, вторые с севера на юг. Выделяют 6 главных климатических зон: экваториальная зона, тропическая зона, зона сухих субтропиков, переходная зона, умеренная зона, арктическая – антарктическая зона.

Каждая климатическая зона характеризуется своеобразной растительностью и животным населением. Наиболее богаты жизнью и продуктивны тропические леса, прерии, поймы рек, леса субтропиков и переходной зоны. Менее продуктивны пустыни, луга и степи.

Почва как среда жизни.

Почва, как среда обитания, обладает специфическими физическими свойствами. Для нее характерна более или менее рыхлая структура, определенная водопроницаемость и аэрируемость.

В состав почвы входят четыре важных структурных компонента: минеральная основа, органическое вещество, воздух и вода.

Минеральная основа почвы – это неорганический компонент, образовавшийся из материнской породы в результате ее выветривания. Скелетный материал разделяют на мелкий грунт (частицы менее 2 мм) и более крупные фрагменты. Механические и химические свойства почвы в основном определяются теми веществами, которые относятся к мелкому грунту.

Структура почвы определяется относительным содержанием в ней песка и глины. Идеальная почва должна содержать приблизительно равные количества глины и песка с частицами промежуточных размеров. Такая почва называется суглинками.

Все свойства почвы во многом зависят и от климатических факторов, и от жизнедеятельности почвенных организмов.

Свойства почвы в своей совокупности создают определенный экологический режим, основными показателями которого служат гидротермические факторы и аэрация. Хорошо увлажненная почва легко прогревается и медленно остывает. Суточные колебания затрагивают слои до глубины в 1 м. Аэрацию почвы обуславливает ее пористость, которая обеспечивает циркуляцию не только воды, но и воздуха.

Влажность, температура и аэрация почвы - факторы, тесно взаимосвязанные и взаимозависимые. Сложный комплекс их обуслав-

ливают гидротермический режим почвы и в результате оказывает решающее влияние на существование почвенных обитателей.

Почва играет важную роль и в минеральном питании растений. Органическое вещество почвы, состоящее из отмерших остатков растений и животных, называют гумусом. От количества гумуса в почве зависит численность и видовое разнообразие почвенных обитателей. Все живые обитатели почвы выполняют определенную роль в процессе гумусообразования. Он начинается разрушением и измельчением растительной массы и мертвого животного вещества. Этот процесс осуществляется животными при обязательном участии грибов и растений. Микроорганизмы, растения и животные, обитающие в почве, находятся в постоянном взаимодействии друг с другом и со средой обитания. Благодаря этим взаимоотношениям и в результате коренных изменений физических, химических и биохимических свойств горной породы в природе постоянно происходят почвообразовательные процессы.

Почвенные животные могут быть сгруппированы по степени связи со средой обитания в 3 экологические группы:

1. Геобионты – постоянные обитатели почвы (дождевые черви, насекомые).
2. Геофилы – животные, часть цикла развития, чаще одна из фаз проходит в почве. (Саранча, многие жуки, комары, долгоножки. Личинки их развиваются в почве).
3. Геоксены – животные, иногда посещающие почву для временного укрытия или убежища (тараканы, жуки, грызуны).

В зависимости от размеров и степени подвижности почвенных обитателей можно разделить на несколько групп: микробиота, мезобиота, макробиота и мегабиота.

Микробиота – это почвенные микроорганизмы, составляющие основное звено детритной пищевой цепи, представляют собой как бы промежуточное звено между растительными остатками и почвенными животными. Сюда относятся сине-зеленые водоросли, бактерии, грибы и простейшие.

Мезобиота – это совокупность сравнительно мелких, легко привлекающихся из почвы, подвижных животных. Сюда относятся почвенные нематоды, мелкие личинки насекомых, клещи, ногохвостки и др.

Макробиота – это крупные почвенные животные с размерами тела от 2 до 20 мм. К данной группе относятся личинки насекомых, многоножки, дождевые черви и др.

Мегабиота – это крупные землерои, в основном из числа млекопитающих. Многие из них проводят в почве всю жизнь. Однако помимо постоянных обитателей почвы выделяют группу обитателей нор. К этой группе относятся животные, которые кормятся на поверхности, однако размножаются, зимуют, отдыхают, спасаются в почве. Это барсуки, сурки, суслики, тушканчики и др.

Важнейшим свойством почвы является плодородие, которое определяется содержанием гумуса, макро- и микроэлементов. Каждый элемент играет свою роль в структуре и обмене веществ растений и не может быть заменен полностью другим.

Растения, распространенные преимущественно на плодородных почвах называют эвтрофными. Растения, довольствующиеся небольшим количеством питательных веществ, называются олиготрофными. Между ними выделяют промежуточную группу мезотрофных видов.

Растения неодинаково относятся к кислотности почвы: предпочитают кислые почвы называют ацидофилами, предпочитают щелочные почвы – базифилами, а растения почв с нейтральной реакцией – нейтрофилами.

Растения, приспособившиеся к произрастанию на почвах с высоким содержанием солей, называют галофитами, а произрастающие не на засоленных почвах – гликофитами.

Живые организмы как среда жизни.

Для животных и растений, ведущих паразитический образ жизни, организм на котором или в котором они поселяются, является специфической средой обитания. Практически нет ни одного вида многоклеточных организмов, не имеющих внутренних обитателей. Чем выше организация хозяев, чем больше степень дифференцированности их тканей и органов, тем более разнообразные условия они могут предоставить своим сожителям. В этом направлении большие научные разработки сделаны учеными Догелем, Павловским. Паразитизм – явление столь всеобщее, что единственные живые существа, не подверженные нападению паразитов, это те паразиты, которые являются последним звеном длинной цепи питания. Однако чем ниже на эволюци-

онной ступени лестницы находится группа живых организмов, тем больше она включает видов паразитов. Некоторые группы низших животных состоят исключительно из паразитических форм. У позвоночных паразитизм, как способ существования, встречается крайне редко. Многие паразиты почти полностью утратили связь с внешним миром – все стадии их развития проходят в организме хозяев (плазмодий, трихинелла). Существует несколько путей возникновения паразитизма:

- 1 путь - квартирантство, когда более мелкий организм поселяется в жилище более крупного или вблизи его и со временем переходит на тело хозяина и внутрь его, переключаясь на питание за счет его пищи или соков, причиняя ему вред. Так квартирант превращается в паразита, а тело хозяина становится для него средой обитания.
- 2 путь - через хищничество. Если хищник нападает на крупную добычу, которую не может съесть сразу, он прикрепляется к ней и постоянно питается тканями или соками. При определенных условиях хищник проникает внутрь тела хозяина, находит там благоприятную среду обитания и может превратиться в паразита.
- 3 путь – случайное проникновение будущего паразита в организм хозяина. Отдельные особи не погибают, а приспосабливаются к новым условиям, превращаясь в паразита.

Паразитов обычно делят на две группы: эктопаразиты и эндопаразиты.

Эктопаразиты – это наружные паразиты, обитающие на поверхности тела хозяина. Это клещи, пиявки, блохи, у растений повилка европейская и др.

Эндопаразиты – внутренние паразиты, живущие внутри тела хозяина. Это большинство гельминтов, бактерии, вирусы, паразитические простейшие.

Различают стационарный и временный паразитизм. При стационарном паразитизме паразит на длительное время, часто на всю жизнь, связывает себя с хозяином. При временном паразитизме паразиты часть своей жизни проводят свободно (кровососущие двукрылые, клопы).

Чрезвычайно высокая плодовитость и сложные жизненные циклы развития позволяют им выжить в борьбе за существование. Например, аскарида продуцирует за 5-6 месяцев 50-60 млн. яиц, а свиной

цепень за год - 600 млн. яиц и живет до 18 лет. Разумеется, из такого огромного количества яиц какая-то часть паразитических организмов всегда найдет подходящие условия для развития.

В ряде случаев паразиты сами становятся средой обитания других видов. В таком случае возникает явление сверхпаразитизма или гиперпаразитизма.

Живые организмы не только испытывают воздействия со стороны паразитов, но и реагируют на них. Паразит должен преодолевать сопротивление организма хозяина, его защитные реакции. Это сопротивление называется активным иммунитетом. Здоровые особи животных и растений обладают защитными приспособлениями, которые не позволяют проникать в них патогенным организмам. Так, у животных защитной реакцией является выработка гуморального иммунитета (образование в крови антител, подавляющих паразита). Ослабленные животные теряют сопротивляемость и подвергаются заражению.

Отношения между паразитом и хозяином в растительном и животном мире определенным образом уравновешены. Паразит не может размножиться до такой степени, чтобы привести к вымиранию популяции хозяина и лишиться себя источника питания и среды обитания. Следовательно, паразиты, как и свободноживущие виды, имеют сложную систему приспособлений к своей среде обитания.

3. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ, СООБЩЕСТВ И ЭКОСИСТЕМ

ПОПУЛЯЦИИ.

Слово популяция – латинское, переводится как народ, население. Экологическую популяцию можно определить как любую совокупность особей одного вида, способных обмениваться генетической информацией, обладающую всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности и существующую неопределенно длительное время на определенной территории в постоянно изменяющихся условиях среды.

Популяции, как групповые объединения, обладают рядом специфических свойств, которые не присущи каждой отдельно взятой особи. Групповые особенности – это основные характеристики популяций. К ним относятся:

1. Численность – общее количество особей определенной территории.
2. Плотность – среднее число особей на единицу площади или объема занимаемого популяцией пространства.
3. Рождаемость – число новых особей, появившихся за единицу времени в результате размножения.
4. Смертность – показатель, отражающий количество погибших в популяции особей за определенный отрезок времени.
5. Прирост популяции – разница между рождаемостью и смертностью. Прирост может быть как положительный, так и отрицательный.
6. Темпы роста – средний прирост за единицу времени.

Популяции свойственна определенная организация. Распределение на территории особей, сбалансированных по полу, возрасту, морфологическим, физиологическим, генетическим особенностям отражают структуру популяции. Она формируется на основе общих биологических свойств вида, а с другой стороны – влиянием абиотических факторов среды и популяций других видов.

Любая популяция имеет определенную организацию и структуру. Ей присущи как пространственные, так и временные (динамические) характеристики. К пространственной структуре популяций относятся общая численность, плотность, пространственное распределе-

ние, а также возрастной состав, соотношение полов. Из динамических характеристик отметим рождаемость, смертность, скорость роста.

Пространственная структура популяций.

Численность – это общее количество особей, которое включает та или иная популяция.

Численность особей в популяции является одной из важных характеристик при экологических исследованиях. Этот показатель зависит от соотношения интенсивности размножения и смертности. Наиболее простым способом определения численности популяции является простой подсчет всех особей. Однако в природе часто подсчитать численность популяции довольно затруднительно. Поэтому в экологию введено понятие «плотность популяции».

Плотность популяции определяется как количество особей на единицу площади или объема.

Плотность популяции отличается изменчивостью и зависит от ее численности. Можно выделить три типа распределения или расселения особей внутри популяции: равномерное, случайное и групповое.

Равномерное распределение встречается редко и может наблюдаться при сильном антагонизме особей, когда вероятность нахождения одной особи рядом с другой крайне мала. Примером может служить размещение деревьев в лесу.

Случайное распределение встречается тогда, когда организмы распределены в однородной среде. Такое распределение встречается в природе не часто и характерно, например, для пауков, обитающих в лесной подстилке.

Групповое или пятнистое распределение свойственно многим организмам. Это наиболее распространенный тип распределения особей в природных популяциях.

Возрастная и половая структура популяций.

Степень плодовитости и смертности популяции зависит от ее возрастной структуры. Каждой популяции свойственны группы разновозрастных особей.

В современной экологии при исследовании возрастного состава популяции обычно выделяют три экологические возрастные группы: предрепродуктивную, репродуктивную и пострепродуктивную.

У многих животных и растений особенно длительным бывает предрепродуктивный период. При благоприятных условиях в популяции присутствуют все возрастные группы и поддерживается более или менее стабильный уровень численности.

Важной характеристикой популяций является соотношение особей разного пола, или половая структура. По типу полового размножения организмы делятся на обоеполых (гермафродитов) и раздельнополых. У последних в популяциях присутствуют самцы и самки.

Генетический механизм определения пола обеспечивает расщепление потомства по полу в отношении 1:1. Но из этого не следует, что такое же соотношение характерно для популяции в целом. В силу разной жизнеспособности мужского и женского организмов это первичное соотношение нередко отличается от вторичного и особенно от третичного – характерного для взрослых особей. Например, у человека вторичное соотношение полов составляет 100 девочек на 106 мальчиков, к 16-18 годам это соотношение из-за повышенной мужской смертности выравнивается и к 50 годам составляет 85 мужчин на 100 женщин.

Кроме общей продолжительности жизни особей и периода достижения половой зрелости на половозрастной состав популяции влияет длительность периода размножения, число генераций в сезон, плодовитость и смертность разных возрастных групп.

Эффект группы. Многие виды животных нормально развиваются только тогда, когда объединяются в довольно большие группы (например, волки, бакланы, котики и др.). Группам присущи все типичные черты популяций, но они характеризуются более высокой степенью объединения и способностью к саморегуляции численности. Это свойство носит название эффекта группы. Одним из показателей эффекта группы является территориальность. Многие животные привязаны к определенным местам. Они метят границы своей территории, строят гнезда или жилища, выкармливают молодняк. Положительное значение территориальности заключается в том, что она предупреждает перенаселенность.

Самое сильное проявление эффекта группы свойственно общественным насекомым (пчелы, муравьи, термиты не могут жить изолированно, в одиночку). Но эти вопросы изучены еще слабо, не решен даже вопрос о том, что же является у них популяцией: семья, колония семей или другая какая-то группировка особей.

Не менее важным показателем эффекта групп служит фазовая изменчивость. Она была впервые обнаружена в 1921 году Б.П.Уваровым у саранчовых. У них четко различают две формы: одиночную и стадную.

Полиморфизм популяций.

Популяция - это элементарная группа организмов определенного вида, обладающая необходимыми условиями для поддержания своей численности неограниченно длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды.

Каждая популяция неоднородна, т.к. в своем составе слагается из особей различных возрастов, находящихся на разных стадиях развития; неполовозрелых, размножающихся и прекративших размножение самцов и самок; одиночных и стадных особей и т.д. Такое явление носит название полиморфизм популяций.

Различают следующие проявления полиморфизма популяций:

Возрастные внутрипопуляционные группы существуют у многих видов отдельно друг от друга (т.е. наличие в популяции популяций различных возрастов). Например, дальневосточные лососи, кета и горбуша образуют популяции, в которых все особи имеют одинаковый возраст и такие популяции не смешиваются друг с другом. Даже внутри одной популяции камбалы можно обнаружить изолированные группы одновозрастных особей, обитающих в определенных зонах моря. У насекомых, развивающихся с метаморфозом, например, у комаров, личинки и куколки (особи предрепродуктивного возраста) живут и питаются в воде, а взрослые насекомые живут в наземно-воздушной среде, причем самки питаются кровью теплокровных животных. Возрастные группировки могут отличаться и по характеру питания: гусеницы бабочек поедают ткани растений, а взрослые насекомые питаются нектаром цветков. Возрастные группировки характерны для всех животных, т.к. с возрастом у них меняется питание, водный и тепловой обмен со средой, образ жизни и т.д.

Половые группировки формируются в популяциях на основе половых морфологических и экологических различий (половой диморфизм; различия в питании самцов и самок; обособления половых групп в период развития молодняка). Например, самцы жуков - оленей имеют видоизмененные наподобие рогов верхние челюсти, тогда как у самок они имеют типичное строение. У щитовок самки бескрылые и ведут

неподвижный образ жизни, а самцы крылатые, летают. Самки иксодовых клещей питаются кровью млекопитающих и птиц, а самцы вообще не питаются и не нападают на животных и человека. Большую часть года самцы северного морского котика и самки с молодняком живут отдельно, причем самцы постоянно мигрируют, а самки с детенышами находятся на берегу. У некоторых перелетных птиц самки и самцы зимуют порознь. Значительно сложнее устроены полиморфные колонии общественных насекомых (пчелы, муравьи, термиты), но до сих пор не ясно, можно ли считать пчелиную семью, колонии муравьев и термитов популяциями.

Функциональные внутрипопуляционные группировки связаны как с возрастными, так и с половыми различиями особей в популяции. Мальки окуня питаются преимущественно инфузориями, коловратками, фитопланктоном; сеголетки потребляют червей, веслоногих и ветвистоусых ракообразных, мальков других видов рыб; годовики - исключительно ихтиофаги. Головастики лягушек питаются исключительно водорослями, а взрослые животные - насекомыми, т.е. функциональная трофическая роль головастиков - фитофаги, а взрослые лягушки - хищники. Самцы некоторых глубоководных рыб - удильщиков настолько малы, что ведут паразитический образ жизни на теле самок, которые являются хищниками, т.е. самцы и самки неравноценны между собой по функциональному значению.

Сезонные внутрипопуляционные группировки высшего развития достигают у насекомых. У тлей сезонный полиморфизм выражается последовательной сменой в популяции обоеполых поколений, бескрылых особей и крылатых партеногенетических самок. У дафний развитие сопровождается цикломорфозом, т.е. сезонными изменениями внешней морфологии у регулярно появляющихся партеногенетических поколений.

Фазовые группировки (яйцо, личинка, куколка, имаго).

Внутрипопуляционный генетический полиморфизм заключается в изменении частоты мутаций в разные годы и сезоны. Исследование этого явления позволяет выяснить механизмы, поддерживающие динамическое состояние популяций. Полиморфизм позволяет особям популяции занимать различные экологические ниши и исключать внутрипопуляционную конкуренцию, а также усложняет и разнообразит связи организма со средой, в результате чего увеличиваются возможности для освоения арены жизни.

В жизни вида и в динамике популяций полиморфизм имеет большое значение – отдельные группы, обладая специфическими чертами, занимают различные экологические ниши и исключают тем самым внутривидовую конкуренцию. При этом усложняются и становятся более разнообразными связи организма со средой. В результате организм приобретает широкие возможности для освоения арены жизни.

Динамическая характеристика популяций.

Естественные популяции – это динамическое единство находящихся во взаимоотношениях организмов. Динамика популяций в упрощенном варианте может быть описана такими показателями, как рождаемость и смертность. Это наиболее важные популяционные характеристики, на основании анализа которых можно судить об устойчивости и перспективном развитии популяции.

Рождаемость определяется числом особей, рожденных в популяции за определенный промежуток времени. Различают максимальную рождаемость в условиях отсутствия лимитирующих факторов. Это теоретический максимум скорости образования новых особей в идеальных условиях. Реализованная рождаемость (или просто рождаемость) характеризует прирост или увеличение численности популяции при фактических или специфических условиях окружающей среды.

Реализованная рождаемость – величина переменная, она зависит от параметров популяции и специфических физических условий среды. Обычно рождаемость выражают числом особей, родившихся за некоторый промежуток времени.

Смертность – величина, обратная рождаемости. Это число погибших в популяции особей за единицу времени. При определении смертности популяции учитываются все погибшие особи независимо от причины смерти.

Для анализа роста численности популяции обычно пользуются данными, отражающими величину смертности. Для этого определяют, как смертность распределяется по возрастам.

Максимальная продолжительность жизни у разных организмов различна. Особенно высока она у растений, в частности среди древесных пород. Чемпионом среди них можно считать мамонтово дерево,

леса из которых произрастают в Калифорнии. Возраст этих деревьев высотой до 85 м оценивается в 3000-5000 лет.

У животных считается, что наиболее высокой продолжительностью жизни отличается черепаха из Индийского океана. Она может жить 200-300 лет. Из крупных хищников дольше всех живут медведи – 50 лет. Среди птиц – лебеди (150-170 лет).

Популяция, как саморегулирующаяся система.

Популяции обладают способностью к естественному регулированию численности. Саморегуляция – необходимое приспособление организмов для поддержания жизни в постоянно меняющихся условиях. Саморегулирование популяции осуществляется действующими в природе двумя взаимоуравновешивающимися буферными силами. Это, с одной стороны, свойственная организмам способность к размножению, а с другой стороны зависящие от плотности популяции реакции, ограничивающие воспроизводство.

Тенденция живых систем, в т.ч. и популяций, поддерживать внутреннюю стабильность с помощью собственных регулирующих механизмов, называется гомеостазом, а колебания численности популяций в пределах какой-то средней величины – их динамическим равновесием. Следовательно, любая популяция растений, животных и микроорганизмов – это совершенная живая система, способная к саморегуляции.

БИОЦЕНОЗЫ.

Синэкология, или экология сообществ изучает ассоциации популяций растений, животных и микроорганизмов, образующих эти сообщества (биоценозы), пути их формирования и развития, структуру и динамику, энергетику, продуктивность.

Биоценоз - группа взаимосвязанных популяций растений, животных и микроорганизмов, живущих совместно в одних и тех же условиях среды (термин предложен К. Мебиусом в 1877 г.). Но биоценоз не может существовать независимо от среды. Пространство с более или менее однородными условиями, заселенное сообществом организмов (биоценозом), называется биотопом. Биоценоз с биотопом образуют макросистему более высокого ранга - биогеоценоз.

По В. Н. Сукачеву, биогеоценоз - совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений: ат-

мосферы, гидрологических условий, горной породы, растительности и животного мира, микроорганизмов и почвы.

Понятие биогеоценоза почти тождественно понятию "экосистема", предложенному в 1935 г. А. Тенсли, хотя в понятии "экосистема" заключен функциональный смысл, а в понятии "биогеоценоз" - структурный.

Условно биоценоз можно расчленить на фитоценоз (сообщество растений), зооценоз (сообщество животных) и микробоценоз (сообщество микроорганизмов), хотя отдельно эти компоненты существовать не могут. Человек преобразует естественные биоценозы (луга, леса) в искусственные (поля, сады), или агробиоценозы, которые отличаются небольшим количеством видов, но высокой их численностью. Агробиоценозы без постоянной поддержки со стороны человека существовать не могут, в отличие от естественных биогеоценозов, где действуют сложные регулирующие механизмы.

Совокупность влияний одних организмов на другие в сообществе называют биотическими факторами. Основной формой взаимоотношений организмов в биоценозах являются пищевые и пространственные связи, объединяющие организмы в единое целое. Основными формами биотических отношений являются:

1. Конкуренция - взаимодействие между организмами одного и разных видов, когда они используют одни и те же ресурсы окружающей среды при их недостатке (в одном водоеме не могут жить вместе узкопалый и длинопалый раки). Гаузе вывел теорему: два одинаковых в экологическом отношении вида существовать вместе не могут.

2. Хищничество - форма межвидовых отношений, при которых одни организмы ловят, убивают и поедают других животных. Как у хищников, так и у жертв имеются приспособления (морфологические, физиологические, биохимические и др.), в результате чего численность жертв и хищников удерживается в пределах какой-то величины.

3. Паразитизм - межвидовые отношения, при которых один вид (паразит) использует другой вид (хозяина) как среду жизни и источник пищи. У хозяина может жить несколько видов паразитов, образующих сообщество - паразитоценоз.

4. Комменсализм (нахлебничество) - форма симбиоза (совместного проживания), при которой один из партнеров (комменсал) пита-

ется остатками пищи или выделениями другого (хозяина), не причиняя ему вреда. Так, мальки рыб живут среди щупалец медуз и питаются остатками их пищи.

5. Синойкия (квартиранство) - форма симбиоза, при которой совместное обитание организмов разных видов полезно для одного и безразлично для другого (усоногие раки на теле китов - эпойкия, рыба фиерасфер внутри тела голотурии - энтойкия; мучные клещи расселяются, прикрепляясь к телу крупных насекомых - форезия; лишайники растут на стволах деревьев - эпифитность).

6. Мутуализм - форма симбиоза, взаимовыгодное сожительство разных видов (рака - отшельника и актинии, гриба и водоросли в теле лишайника).

7. Зоохория - форма взаимоотношений, при которых животные способствуют растениям в распространении семян и плодов.

8. Аллелопатия - взаимодействие организмов посредством химических продуктов обмена, выделяемых во внешнюю среду (выделения фасоли угнетают рост пшеницы).

9. Аменсализм - взаимодействия, при которых возникают неблагоприятные условия для одной или нескольких популяций других видов (плесневые грибы подавляют рост бактерий).

10. Рабовладельчество. Отмечено у муравьев - амазонок, защищающих личинки и куколки муравьев других видов, которые, став взрослыми, выполняют все работы в муравейнике амазонок.

Между растениями бывают контактные (прямые) взаимодействия и косвенные. Первые приводят к искривлению ствола, изменению формы кроны и т. д. Косвенные осуществляются через изменение условий среды обитания (выделение фитонцидов, изменение освещенности в результате гибели соседнего дерева и т. д.).

В процессе эволюции растения и животные развивались совместно, что привело к выработке взаимных приспособлений, или коадаптаций (растения насекомоопыляемые, семеноядные, нектароядные и плодоядные животные). Поэтому многие виды растений и животных могут существовать только вместе. В тропических лесах отмечается мирмекофилия, когда сильно разросшиеся нектарники растений служат убежищем для муравьев, а они защищают растение от вредителей.

В 1923 - 1924 гг. Лотка и Вольтерра разработали математические модели взаимоотношений паразит - хозяин (Лотка) и хищник - жертва (Вольтерра). Сущность выводов Лотки: численности паразита и

хозяина взаимообусловлены, по мере увеличения плотности популяции хозяина возрастает и плотность популяции паразита, а последняя приводит к снижению численности хозяина, а следовательно, и паразита. Аналогичные выводы получил Вольтерра при взаимоотношениях хищник - жертва. Гаузе (1930) установил, что хищник может полностью уничтожить свою жертву, после чего погибает и сам. В 1934 г. Гаузе установил правило конкурентного исключения, согласно которому близкородственные виды, занимающие сходные экологические ниши, не могут сосуществовать.

Биологические связи животных и растений.

Растения и животные автотрофы и гетеротрофы с момента возникновения развиваются совместно, проходят свой эволюционный путь в тесном контакте и взаимосвязи. Примером глубоких взаимных приспособлений могут служить опыляемые насекомыми растения и насекомые-опылители. Растения сыграли большую роль во взаимоотношениях с животными. Именно в процессе сопряженной эволюции определились группы животных со специализированным питанием: плотоядные, зерноядные, травоядные, питающиеся нектаром и т.д., как видно первостепенное значение в биотических связях имеют трофические связи. Растения служат пищей для большой группы животных – фитофагов и тем самым определяют их численность, географическое распространение и распределение по местам обитания (практически все организмы за исключением хищников и паразитов питаются растительной пищей). Есть еще специализированные группы сапрофагов, питающихся разлагающимися органическими веществами, а также копрофагов, питающихся экскрементами животных.

В определенные периоды жизни растительную пищу употребляют и плотоядные животные (медведи, лисы, насекомоядные птицы (дятлы)). В связи с приуроченностью к тому или иному виду пищи у различных групп животных выработались морфофизиологические и экологические признаки. Так, например, питание трудноперевариваемой пищей (клетчаткой) привело к удлинению кишечника, сформировался сложный желудок жвачных, где вдобавок поселились инфузории-симбионты, способствующие усвоению клетчатки.

Велика роль животных в опылении растений. В настоящее время до 80% видов покрытосеменных растений опыляется насекомыми, птицами. Связи насекомых-опылителей с цветковыми растениями

постепенно в процессе эволюции выразились в такой тесной взаимной зависимости, что раздельно их существование невозможно.

Не менее важна роль животных в распространении растений (семян и спор). Распространителями являются птицы, грызуны, белки, муравьи. Многие копытные также являются распространителями растений. Семена, попадая в пищеварительный тракт, сохраняют жизнеспособность и в результате транспортируются на большие расстояния. Подсчитано, что при внесении 60т/га конского навоза, вносится 700 тысяч семян сборных растений.

В любом биогеоценозе между количеством и качеством животного населения и растительности должна быть определенная пропорция. Если увеличивается количество фитофагов, они уничтожают больше растений и, в конце концов, обрекают самих себя на гибель. В природе исторически выработались и функционируют механизмы, поддерживающие наиболее выгодные количественные соотношения численности травоядных животных и растений, служащих им пищей.

Структура биоценозов.

Для организмов каждого вида характерно определенное местообитание - место, где они живут, встречаются. Более широко это понятие трактуется как экологическая ниша (Джозеф Гриннелл, 1917). Сначала этот термин понимался как единица распределения, в пределах которой вид удерживают его структурные и инстинктивные ограничения. Позже Ч.Элтон (1928) развил представление о нише вида, обосновав его функциональную роль в сообществе. В 1957 г Г.Хатчинсон показал, что экологическую нишу можно рассматривать как некоторое экологическое пространство (по Хатчинсону гиперпространство), в котором условия среды определяют неограниченно долгое существование особей вида. При этом автор различает фундаментальную (потенциальную) нишу - наибольшее гиперпространство, способное заселяться видом в отсутствии конкуренции, и реализованную (реальную) нишу - меньшее гиперпространство, занимаемое им в условиях биотических ограничений, т.е. часть потенциальной ниши. Например, бокоплав *Gammarus duebeni*, населяющий в Великобритании только солоноватые воды, в Ирландии, в силу вытеснения близкими видами, живет и в пресной воде, где занял экологическую нишу *Gammarus pulex*.

Ю.Одум (1975) включает в понятие "экологическая ниша" физическое пространство, занимаемое организмом, его функциональную

роль в сообществе и положение относительно градиентов факторов внешней среды. Как образно выражается Ю.Одум, местообитание - это как бы "адрес" организма, а экологическая ниша - его биологическая "профессия". Ученый выделяет три аспекта экологической ниши: пространственную, трофическую и многомерную (гиперобъем). Вместе с тем ниша - это совокупность всех условий, необходимых для существования вида, его неограниченного сохранения во времени и пространстве. Совокупность всех ресурсов, необходимых для обеспечения какой-либо отдельной функции организмов данного вида, называют частной нишей. Таким образом, понятие экологическая ниша абстрактное, включающее совокупность всех факторов среды, необходимых организму для жизни, определяется его морфологической, физиологической и поведенческой приспособленностью к ним.

Разные в систематическом отношении виды могут занимать одни и те же экологические ниши: травянистая степная растительность Австралии состоит из совершенно других видов, чем травянистая растительность степей Европы, но как продуценты в своих экосистемах они выполняют аналогичные функции, т.е. являются экологическими эквивалентами. Это касается также антилоп Африки и кенгуру Австралии.

Бывает и наоборот - одному виду в разных биоценозах свойственны различные экологические ниши: короед - типограф в Сибири и Европейской части является вредителем ели, а на Кавказе - сосны.

Близкие в систематическом отношении виды в одном биоценозе часто занимают разные экологические ниши, что приводит к уменьшению конкуренции между ними: в одном водоеме клопы гладыши ведут хищный образ жизни, а гребляки питаются мертвыми и разлагающимися организмами.

Один и тот же вид в разные периоды развития может занимать различные экологические ниши: головастик питается растительной пищей, а взрослая лягушка - плотоядное животное. Среди водорослей имеются виды, которые функционируют то как автотрофы, то как гетеротрофы. В лесу растения разных ярусов занимают различные экологические ниши.

Таким образом, экологическая ниша вида - это положение, которое вид занимает в системе биоценоза, комплекс его связей и требований к факторам среды.

Разграничение экологических ниш, сходных в трофическом отношении видов достигается несколькими путями:

Размерная дифференциация видов. Известно, что хищники одной систематической группы, обладающие сходными нишами, различаются своими размерами, также размерами своих жертв. Например, среди ястребов более крупные виды поедают и более крупных жертв.

Пространственная дифференциация. При совместном обитании трех видов пестрых дятлов каждый из них связан с определенной частью дерева. Большой пестрый дятел питается на стволах, средний - на больших ветках, а малый - на мелких ветках в кроне.

Поведенческая дифференциация. Ласточки и летучие мыши, питающиеся насекомыми, избегают конкуренции и перекрытия экологических ниш друг друга в результате различий во времени активности.

Для характеристики ниши используют два измерения - ширину ниши и ее перекрытие с соседними. Показатели "ширины ниши" могут служить длина и толщина клюва у птиц, т.е. чем больше коэффициент вариации толщины клювов, тем большая ширина экологической ниши им свойственна.

Мак - Артур (1968) отметил сходство экологического термина "ниша" и генетического термина "фенотип" (неопределенное число признаков, общность переменных, установление различий между видами).

Термин "экологическая ниша" следует отличать от термина "гильдия". Первый применим к конкретным видам организмов, тогда как второй применяется по отношению к группе видов с одинаковой ролью в сообществе. Примерами гильдий служат улитки, живущие в листовой опаре; лианы, проникающие в полог тропического леса; ястребы, питающиеся живой добычей.

С понятием экологической ниши тесно связано представление о насыщенных и ненасыщенных биоценозах. Насыщенные биоценозы представляют собой экосистемы, в которых жизненные ресурсы используются наиболее полно. Когда они используются лишь частично, биоценозы называют ненасыщенными. Для них характерно наличие свободных экологических ниш. Но ниши не могут существовать сами по себе, без участия занимающих их видов, поэтому такое подразделение весьма условно.

Видовая структура. Каждый конкретный биоценоз характеризуется строго определенным видовым составом. Типичной характеристикой биоценоза является относительно малое количество видов, особи которых встречаются часто. И, наоборот, в каждом биоценозе есть много видов с небольшим числом особей. Например, в лесу, состоящем из десятков видов растений, только 1 или 2 из них дают до 90% древесины. Эти виды называют доминирующими, они занимают господствующее положение в биоценозе. Виды, живущие за счет доминантов, получили название преобладающих, например, в дубраве таковыми являются: насекомые, птицы (сойки), грызуны.

В биоценозе есть и так называемые «эдификаторы». Это строители сообщества, то есть виды, создающие условия для жизни других видов данного биоценоза. Все виды, слагающие биоценоз, связаны с доминирующими видами и эдификаторами. Внутри биоценоза формируются более или менее тесные группировки, комплексы популяций, зависящие от растений-эдификаторов. Так создаются своеобразные структурные единицы биоценоза – консорции.

Консорция – это совокупность популяций организмов, жизнедеятельность которых в пределах одного биогеоценоза трофически или топически связана с центральным видом – автотрофным растением, обычно в роли центрального вида выступает эдификатор – основной вид, определяющий особенности биоценоза.

Популяции остальных видов консорции образуют ее ядро, за счет которого существуют виды, разрушающие органическое вещество, создаваемое автотрофами. Примером консорции может служить растение со всеми связанными с ним организмами (паразиты, вредители, симбионты).

Видовая структура биоценоза характеризуется не только числом видов, входящих в его состав, то есть видовым разнообразием, но и их количественным соотношением.

Пространственная структура. В ходе эволюции, приспосабливаясь к определенным абиотическим и биотическим условиям, живые организмы так разместились в биогеоценозе, что практически не мешают друг другу, то есть их распределение носит ярусный характер. Пространственная структура определяется сложением фитоценоза, подразделяющегося на вертикальные слои (ярусы). Ярусность – это явление вертикального расслоения биоценоза на разновысокие структурные части. В смешанном лесу выделяют 6 ярусов: I – деревья пер-

вой величины (сосна, ель); II - деревья второй величины (рябина, береза); III -- подросток из кустарников (шиповник); IV - подросток из высоких кустарничков и трав (вереск, иван - чай); V - низкие кустарнички и травы (клюква, кислица); VI - мхи, лишайники. Ярусно располагаются и подземные корни растений. Для каждого яруса в биоценозе характерен свой состав животных. Такие горизонтально расположенные структурные части биоценоза получили название синузий, а очень сильно различающиеся по видовому составу яруса называют парцеллами.

Экологическая структура. Каждый биоценоз складывается из определенных экологических групп организмов. Эти группы, занимая сходные экологические ниши в разных биоценозах, могут иметь неодинаковый видовой состав, например, в сухих условиях доминируют склерофиты и суккуленты, а на увлажненных территориях - гигрофиты.

Таким образом, экологическая структура биоценоза – это его состав из групп организмов, выполняющих в сообществе в каждой экологической нише определенные функции.

Экологическая структура биоценоза в комплексе с видовой и пространственной, а также с особенностями экологической ниши служит макроскопической его характеристикой, которая дает возможность определить свойства того или иного биоценоза, выяснить его устойчивость во времени и пространстве, а также предвидеть последствия изменений, вызванных влиянием антропогенных факторов.

Простые и сложные биоценозы.

На основании взаимоотношений видов в популяциях биоценозы подразделяются на сложные и простые.

Многоярусные биоценозы, состоящие из большого количества популяций многих видов растений, животных и микроорганизмов, связанных между собой разнообразными пищевыми и пространственными отношениями, называют сложными. Сложные биоценозы наиболее устойчивы к неблагоприятным воздействиям. Исчезновение отдельных видов существенно не отражается на судьбе таких биоценозов, при этом происходит лишь незначительная перестройка их организации. В сложных биоценозах, например биоценозах тропических лесов, никогда не наблюдается всплеск массового размножения отдельных видов.

Для простых, например, тундровых биоценозов, характерны сильные подъемы численности леммингов, падение или взлеты численности песцов и животных, оказывающих существенное влияние на растительный покров. Объясняется это тем, что в упрощенном тундровом биоценозе не хватает видов, которые при необходимости могли бы заменить основной вид и выступить в качестве корма для хищников.

Цепи и циклы питания.

Как уже отмечалось, между организмами биоценоза устанавливаются прочные, пищевые взаимоотношения. Они и объединяют прямо или косвенно большую группу организмов в единый комплекс. Цепь питания обычно состоит из трех основных звеньев – продуценты – консументы – редуценты. В каждой цепи питания формируются определенные трофические уровни, характеризующиеся различной интенсивностью протекания потока веществ и энергии. Зеленые растения – создатели органического вещества – образуют первый трофический уровень, фитофаги – второй, плотоядные животные – третий и т.д.

Все звенья цепи питания взаимосвязаны и взаимозависимы. Между ними, от первого к последнему, осуществляется передача веществ и энергии. При передаче энергии с одного трофического уровня на другой происходит ее потеря. В результате цепь питания не может быть длинной, чаще она состоит из 4-6 звеньев. Однако такие цепи в чистом виде обычно не встречаются, поскольку одни и те же виды могут быть одновременно в разных звеньях. Это происходит, потому что монофагов в природе чрезвычайно мало, чаще встречаются олигофаги и полифаги.

Рассмотрим, к примеру, цепь питания, основным звеном которой является капуста. Следующим звеном в ней будут гусеницы белянки, моли, совки, зайцы, то есть все животные питающиеся капустой. Следовательно, капуста выступает основным звеном многих цепей, поскольку от последующего звена тянутся еще цепи. Так, заяц, поедая разные растения, входит как консумент первого порядка в большое количество цепей питания. Хищники также питаются различными растительноядными и плотоядными животными, а потому являются звеньями многих цепей.

Подобные общие звенья связывают цепи питания в сложную систему. В результате в каждом биоценозе формируются комплексы

цепей питания, представляющие собой единое целое. Так создаются циклы, или сети питания.

Экологическая пирамида.

В любой цепи питания не вся пища используется на рост особи, то есть на накопление биомассы. Часть ее расходуется на удовлетворение энергетических затрат организма: на дыхание, движение, размножение, поддержание температуры тела. При этом биомасса одного звена не может быть переработана последующим полностью. В противном случае исчезли бы ресурсы для развития живой материи. В каждом последующем звене пищевой цепи происходит уменьшение биомассы по сравнению с предыдущим. Обычно чем больше масса начального звена, тем она больше в последующих звеньях. Это касается не только биомассы, но и численности особей и потока энергии. Данное явление изучено и названо пирамидой чисел, или пирамидой Элтона. Различают пирамиду численности (особей), пирамиду биомассы и пирамиду энергии.

Основание пирамиды образуют растения-продуценты. Над ними располагаются фитофаги, следующее звено представлено консументами II порядка, затем III порядка и так до вершины пирамиды, которую составляют наиболее крупные хищники. Высота пирамиды обычно соответствует длине пищевой цепи. И поскольку на верхние этажи пирамиды энергии доходит в очень малых количествах, цепь редко состоит из 4-5 звеньев.

Ю.Одум сделал расчеты потока энергии от звена к звену в упрощенной теоретической экосистеме, сведя ее к одной примитивной цепи, функционирующей в течение года. Он рассуждал так, допустим, имеется посев люцерны на площади в 4 га. На этом поле кормятся телята (предполагается, что они едят только люцерну), а телятиной питается 12-летний мальчик. Результаты расчетов представленные в виде 3-х пирамид – численности, биомассы и энергии, свидетельствуют, что люцерна использует всего 0,24% всей падающей на поле солнечной энергии, из которой 8% приходится на телят; 0,7% энергии, накопленной телятами, расходуется на развитие и рост ребенка с 12 до 13 лет. Несмотря на то, что рассматриваемая схема искусственна, она дает четкое представление о масштабах снижения к.п.д. по мере перехода от основного звена в пирамиде к ее вершине: из всей солнечной энер-

гии падающей на 4 га люцернового поля, лишь немногим больше миллионной части ее хватает на пропитание мальчика в течение года.

Правило пирамиды чисел универсально и объективно отражает круговорот веществ и поток энергии в биосфере. В масштабе всей биосферы это правило никогда не нарушается.

Биологическая продуктивность.

Биологическая продуктивность – это воспроизведение биомассы растений микроорганизмов и животных, входящих в состав биогеоценозов. Этот процесс протекает в природе с определенной скоростью, поэтому биологическую продуктивность можно выразить продукцией за сезон, за год, за любую другую единицу времени. Биологическую продуктивность нельзя смешивать с биомассой. Например, за год планктонные водоросли на единицу площади синтезируют столько же органического вещества, сколько и высокопродуктивные леса, однако биомасса последних, в сотни тысяч раз больше.

Органическое вещество, создаваемое продуцентами в процессе фотосинтеза или хемосинтеза, называют первичной продукцией экосистемы. Первичной продукцией определяется общий поток энергии через биотический компонент экосистемы.

Количество органического вещества, накопленного гетеротрофными организмами, называется вторичной продукцией. Вторичную продукцию вычисляют отдельно для каждого трофического уровня.

Практически вся чистая первичная продукция Земли служит для поддержания жизни всех гетеротрофных организмов. Питание людей большей частью обеспечивается сельскохозяйственными культурами. Годовой прирост культурных растений равен примерно 16% от всей продуктивности суши. Половина урожая идет непосредственно на питание людей, остальное – на корм домашним животным, используется в промышленности и теряется в отходах. Всего человек потребляет около 0,2% первичной продукции Земли. Однако особенно трудно обеспечить население вторичной продукцией. В рацион человека должно входить не менее 30г белков в день. Поэтому увеличение биологической продуктивности экосистем и особенно вторичной продукции является одной из основных задач, стоящих перед человечеством.

Динамика и стабильность экосистем.

Одной из характерных особенностей биоценозов является их суточная и годовая динамика. В каждом естественном биоценозе имеются группы организмов активность жизни которых выпадает на разное время суток. Одни активны ночью, а днем пассивны, другие наоборот. У растений в течение суток также изменяются интенсивность и характер физиологических процессов, в ночные часы не происходит фотосинтез, у некоторых цветки раскрываются только ночью и опыляются ночными животными.

Большое значение в динамике биоценозов имеют суточные миграции животных, например, зоо- и фитопланктон днем держится на глубине 100 – 200 м, а ночью поднимается к поверхности.

Более существенные отклонения в биоценозах наблюдаются при сезонной динамике. Они обусловлены биологическими циклами организмов, зависящими от сезонной цикличности природных явлений. Смена времен года оказывает значительное влияние на жизнедеятельность растений и животных (периоды цветения, плодоношения, активного роста, листопада и зимнего покоя у растений; спячка, зимний сон, диапауза и миграции у животных).

Агроценозы.

Агроэкосистемы (агроценозы) отличаются от естественных экосистем следующими функциональными особенностями:

- получением наряду с космической дополнительной антропогенной энергии в виде удобрений, пестицидов, механизации, поливной воды, труда и др.;
- искусственным отбором и культурой более продуктивных растений и животных и на их основе новых разновидностей, гибридов и видов;
- пониженным разнообразием организмов.

Чаще всего посевы представлены одним видом, даже одним сортом, они являются монокультурными при максимальном выходе одного продукта, а значит, обладают меньшей приспособленностью и пониженной устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды (засуха, морозы, и др.).

Ю.Одум разделяет агроэкосистемы на два типа:

- агроэкосистемы до индустриального периода с дополнительной энергией в виде мышечных усилий человека и животных;

- интенсивные механизированные агроэкосистемы с крупными энергетическими дотациями в форме топлива, химикатов, работы машин и пр.

Все агроценозы – поля, огороды, сады, культурные пастбища и т.д. – с позиции экологии специально поддерживаются человеком на начальных стадиях формирования агроэкосистемы, поскольку это молодая стадия сукцессии дает наиболее чистую продукцию. Приемами агротехники все конкурентные виды уничтожаются как сорняки, пищевые цепи в виде вредителей истребляются. В результате вмешательства человека в процессы, идущие в экосистеме, в ее функционировании возникают определенные помехи, поэтому и создаются агроэкосистемы, не способные к самовозобновлению, саморегулированию и крайне неустойчивые. Они постоянно находятся под угрозой гибели от массовой вспышки вредителей, болезней, от засухи или переувлажнения.

Антропогенное вмешательство вызывает соответствующие помехи в механизмах передачи обратных связей между биологическими компонентами экосистемы, но только неустанная забота о них со стороны человека позволяет им существовать. Несмотря на все принимаемые меры, в этих экосистемах бывают катастрофы.

Для создания высокопродуктивной и устойчивой экосистемы необходимо поддерживать максимально возможное многообразие биогеоценозов, создавая оптимальный ландшафт. Агроценозы должны быть разнообразны и содержать такие компоненты, как лесные полосы, перелески, живые изгороди. Все неудобные земли рекомендуют использовать под зеленые насаждения, парки. Среди высокопродуктивных агроценозов следует сохранять как можно больше природных участков различного масштаба с нетронутыми естественными биогеоценозами с их богатым биологическим разнообразием, где с максимальной полнотой осуществляется биотический круговорот веществ и охраняется ценный генофонд.

Экологические сукцессии.

Любой биоценоз не может существовать неограниченно долго, так как под влиянием жизнедеятельности организмов происходят изменения, благоприятные для одних видов и неблагоприятные для других. В результате на данном месте развивается другой биоценоз, более приспособленный к новым условиям.

Последовательная, трактуется направленная, чаще необратимая смена одного биоценоза другим называется экологической сукцессией. Последовательность сменяющихся в ходе сукцессии сообществ называют серией, а завершающую стадию - климаксом, или климаксовым сообществом.

Если сукцессия протекает в результате внутренних процессов в сообществе (превращение озера в болото в результате накопления органики), то ее называют автогенной; если решающую роль играют внешние воздействия (например, лесные пожары) - аллогенной.

Если в ходе сукцессии валовой продукции образуется больше, чем затрачивается на дыхание ($P > R$), то говорят об автотрофной сукцессии (при такой сукцессии в сообществе преобладают автотрофы). Напротив, если сукцессия начинается с состояния $P < R$, то это гетеротрофная сукцессия (в сообществе преобладают гетеротрофы).

Сущность автотрофной сукцессии хорошо описана Марголефом. Например, в колбе со старой культурой водорослей имеется большое количество видов диатомовых, зеленых, жгутиковых, передние водорослей. Столь же велико и биохимическое богатство пигментов. Количество энергии, поглощаемой и рассеиваемой водорослями почти одинаково, а их прирост по отношению к биомассе мал. Если в колбу добавить свежей среды, то картина меняется. В культуре начинают преобладать несколько видов водорослей, снижается разнообразие растительных пигментов и увеличивается прирост биомассы. Количество рассеиваемой энергии уменьшается, а ассимилируемой - повышается. В последующем по мере старения культуры все перечисленные показатели меняются, приближаясь к тем, какими характеризовалась старая культура. Через несколько недель сериальные изменения заканчиваются - достигается стадия климакса.

Моделью гетеротрофной сукцессии может служить колба с санным настоем. Вначале в ней развиваются гетеротрофные бактерии, затем появляются простейшие, в первую очередь инфузории, и другие животные. После значительного снижения концентрации в воде органических веществ в культуре появляются водоросли. Их число и разнообразие постепенно возрастает, процессы фотосинтеза усиливаются и, наконец начинают уравнивать затраты энергии на дыхание. Достигается состояние, напоминающее климакс природных гидробиоценозов.

Если сукцессия начинается на лишенном жизни месте (на потоке застывшей лавы), то ее называют первичной. Вторичная сукцессия начинается на месте ранее существовавшего сообщества (на заброшенном поле злаковых культур). Например, на скалах в ходе первичной сукцессии первыми появляются различные виды цианобактерий и лишайников (пионерные виды), сменяя друг друга. В ходе этого процесса накапливаются их отмершие части (органика), постепенно формирующие слой гумуса, а также происходит разрушение горных пород. Это приводит к образованию почвы, изменению микроклимата. В дальнейшем на данном месте появляются мхи, травы, деревья. Так продолжается многие тысячи лет, поэтому первичные сукцессии занимают весьма длительный период. Типичным примером автогенной первичной сукцессии является Баденское озеро (возраст 12 000 лет), которое через такое же время прекратит свое существование в ходе естественной сукцессии.

Таким образом, наиболее типичными чертами первичных сукцессий являются:

- 1) возникновение пространства, не занятого живыми организмами;
- 2) миграция (занос) на это пространство живых организмов;
- 3) приживание живых организмов на данной территории;
- 4) конкуренция и вытеснение (замещение) одних видов другими;
- 5) преобразование местообитания, стабилизация условий обитания и отношений между организмами данного сообщества.

Иногда протекают деструктивные сукцессии, не завершающиеся климаксным сообществом (примером может служить труп животного - при разложении трупа наблюдаются 6 стадий сукцессии. Для каждой из них характерна своя фауна насекомых, которые в сумме образуют биоценоз трупа. Однако климаксное сообщество здесь не возникает, т.к. этот биоценоз полностью распадается, когда труп съеден).

Вторичные сукцессии протекают значительно быстрее, а, следовательно, быстрее приводят к образованию климаксного сообщества. В результате вторичных сукцессий могут возникать сообщества, отличимые от климаксных, характерных для данной местности и называемых дисклимаксными. Примером вторичной сукцессии может служить изменение растительного сообщества сосняка в Березинском заповеднике на двухлетней вырубке. После вырубки число видов травя-

нистых растений увеличивается в 1,7 раза по сравнению с ненарушенными участками того же леса. Обильно развиваются овсяница, щавель, брусника. К пятому году видовой состав изменяется незначительно, однако доминирующими видами становятся вейник и вереск. К десятому году видовой состав травянистых растений обедняется в 2,4 раза, а доминирующим видом становится вереск. Таким образом, разнотравное сообщество сменяется на вересковое.

Ведущие направления сукцессий: от первичных стадий к климаксу или от юных к старым сообществам.

Изменения в сообществах происходят на разных структурных уровнях: видовой, органической, а также в метаболизме экосистемы.

I. Видовая структура экосистемы:

1) видовой состав меняется вначале быстро, затем более медленно;

2) численность автотрофов увеличивается в первичных и вначале

вторичных сукцессий, снижаясь на стадиях старения;

3) число видов гетеротрофов растет до относительно поздней стадии

серии;

4) видовое разнообразие поначалу увеличивается, затем стабили-

зируется и снижается на стадиях старения.

II. Органическая структура экосистемы:

1) общая биомасса увеличивается;

2) объем мертвого органического вещества увеличивается;

3) количество хлорофилла растет в течение ранней фазы первичной

сукцессии; нет прироста или он мал во время вторичной сукцессии;

4) пигментное разнообразие увеличивается на первых стадиях серии.

III. Метаболизм сообщества:

1) пищевые цепи становятся более сложными;

2) общая продуктивность увеличивается на ранней фазе первичной

сукцессии; слабо увеличивается или не увеличивается во время

вторичной сукцессии;

3) чистая продуктивность сообщества снижается;

4) дыхание сообщества увеличивается;

5) соотношение продукция/дыхание изменяется от $P > R$ до

$P = R$.

Особенности сукцессий:

1) происходят в направлении смены видов, отличающихся быстрым ростом и большой выносливостью (г-стратегии), видами с медленным ростом и высокой конкурентоспособностью (К-стратегии);

2) сукцессионные виды своей структурой и деятельностью изменяют окружающую среду, нередко погибая и на благо других видов;

3) климаксное сообщество не есть что-то единое - в каждом данном месте представляет собой одну из точек в ряду климаксных формаций;

4) климакс может представлять собой изменчивую мозаику сукцессионных стадий.

Таким образом, продуктивность сообщества на начальных стадиях сукцессии превышает дыхание, в результате чего увеличивается биомасса. По мере приближения сообщества к климакскому состоянию, продуктивность, достигнув максимума, снижается. В климаксном биоценозе продуктивность равна дыханию, т. е. все созданные органические вещества используются, вследствие чего чистая продукция остается невысокой.

Каждая сукцессия завершается климаксом (теория Кlementsа, 1916). Ее автор предполагал, что для каждой климатической области характерен лишь один тип климакса (климатический, или региональный климакс). Сейчас выделяют также локальные (эдафические) климаксы, соответствующие особым условиям субстрата (рельефу, почве, водному режиму и т. д.), когда регулярные внешние воздействия препятствуют развитию экосистемы до теоретически конечного климакса.

Являясь конечной стадией сукцессии, климаксное сообщество теоретически должно существовать неограниченно долго. Но это не так. Существуют преходящие климаксы. Они наблюдаются во временных водоемах, пересыхающих летом. В результате большая часть чле-

нов сообщества погибает. Однако при благоприятных условиях снова идет сукцессия за счет переселенцев, спор, яиц, цист. В некоторых сообществах возможны циклические климаксы. На альпийских лугах во влажных впадинах поселяются осоки. В результате образуются небольшие кочки, заселенные растениями и беспозвоночными. Накапливается торф, который поглощает воду и зимой кочки выталкиваются из-под снега. Растения гибнут, ветровая эрозия разрушает кочки и цикл повторяется.

Климаксное состояние сообщества не бывает постоянным, устоявшимся. Поэтому термин "климакс" условен в смысле приобретения биоценозом определенной замедленности в развитии, т. к. даже при кажущейся неизменности, в биоценозе протекают процессы, подготавливающие его к сукцессии. Критериями климаксного сообщества служат видовой состав, отношение продукция/дыхание, время оборота и т. д.

4. БИОСФЕРА

Состав и границы биосферы.

Биосфера (греч. Био - жизнь, сфера - шар) - область существования и функционирования живого вещества и само это вещество. Для существования биосферы необходимы такие условия, как наличие воды в жидком состоянии и наличие лучистой энергии солнца, которая используется для синтеза биомолекул в процессе фотосинтеза.

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

Атмосфера - воздушная оболочка планеты, граничащая с космическим пространством. Верхняя граница распространения жизни в атмосфере определяется губительным действием солнечной радиации. Она проходит на высоте 20-25 км и ограничена слоем озона, который задерживает губительную для жизни коротковолновую часть ультрафиолетового излучения Солнца. Но область распространения живых организмов ограничена в основном тропосферой (например, верхняя граница полета орлов находится на высоте 7 км, растения в горных системах и насекомые в воздушной среде не распространяются выше 6 км. Верхняя граница постоянного обитания человека - 5 км, обрабатываемых им земель - 4,5 км, леса в горных системах тропиков не растут выше 4 км).

Живые организмы существуют, но не размножаются до верхней границы стратосферы (споры, микроорганизмы).

В состав биосферы полностью включается гидросфера - водная оболочка Земли. В гидросфере организмы проникают на всю глубину мирового океана (10-11 км), но наибольшая концентрация наблюдается в поверхностных слоях, куда проникает солнечный свет. Обычно эта глубина не превышает 200 м в морях и континентальных пресноводных бассейнах. Здесь возможен фотосинтез и продуцируется первичная биологическая продукция.

Литосфера - это верхняя твердая оболочка земли. В литосфере жизнь встречается на глубине 2-3 км (иногда указывают ученые 3,5-7,5 км), что обусловлено температурой земных недр и уровнем проникновения воды в жидком состоянии.

Более всего населена поверхность суши и океана. Величина биомассы (общая численность живых организмов) для всей планеты

оценивается в 3×10^{12} т, при этом 95% этой величины - растения и 5% - животные.

Наиболее густое скопление живых организмов В.И.Вернадский назвал “пленками жизни”. На суше это почва и растительный покров, его животный мир, а в мировом океане - планктонный поверхностный слой. В этих слоях наиболее благоприятные условия для образования и развития организмов в тех формах, которые существуют на земле.

Учение В.И.Вернадского о биосфере.

Впервые термин “биосфера” ввел в научный обиход великий натуралист и мыслитель Жан Батист Ламарк (1744-1829).

В 1875 г. знаменитый австрийский биолог Э. Зюсс ввел это понятие в науку повторно, назвав так живую оболочку земли.

Более глубокое и широкое представление о биосфере встречается у В.И.Вернадского (1863-1945). Учение о биосфере является одним из крупнейших его обобщений в области естественных наук. Основные идеи В.И.Вернадского по проблемам биосферы были опубликованы в книге “Биосфера”, которая вышла в 1926г.

После книги различные стороны учений о биосфере рассматривались им во многих статьях и в большой, опубликованной через 20 лет после его смерти, монографии “Химическое строение биосферы Земли и ее окружение” (1965), которую он назвал главной книгой жизни.

В.И.Вернадский рассматривал биосферу как область жизни, основа которой - взаимодействие живого и косного вещества. Сущность его учения в том, что “на земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом”. Организмы представляют живое вещество, т.е. совокупность всех живых организмов, в данный момент существующих. Границы биосферы - это границы распространения жизни на планете.. “Пределы биосферы - писал В.И.Вернадский - обусловлены, прежде всего, полем существования жизни”. Вернадский в своих исследованиях показал, что биосфера - это единая открытая динамическая система, созданная, постоянно преобразуемая и регулируемая живыми организмами. Все ее компоненты связаны между собой и с неживой природой сложными биогеохимическими циклами миграции веществ и энергии, причем

начальный момент этих циклов обусловлен фото- и хемосинтезом, т.е. трансформацией солнечной энергии и синтезом биогенных веществ в земных условиях.

Деятельность живого вещества биосферы с его энергетической, концентрационной, газовой, биохимической и другими функциями В.И.Вернадский считал самой мощной геологической силой. Он подчеркивал ведущую роль живого вещества в процессах, преобразующих лик Земли. Живые организмы полностью регулируют состав газовой оболочки нашей планеты, солевой состав вод мирового океана, обеспечивают кругооборот многих химических элементов, использование и трансформацию солнечной энергии, образование торфа, нефти, угля, осадочных пород и других геологических отложений.

В последние годы жизни В.И.Вернадский особое внимание уделял исследованию значения деятельности человека в биосфере. Здесь, по Вернадскому, биосфера переходит в новое, высшее состояние - ноосферу - сферу взаимодействия природы и общества, при которой главным фактором преобразования природы, сопоставимым по масштабам с геологическими силами, становится человеческая деятельность.

Живое вещество биосферы и его функции.

Совокупность живых организмов в биосфере В.И.Вернадский назвал «живым веществом, рассеянным в мириадах особей». Живое вещество он считал формой активированной материи. Специфика его заключается в том, что живое вещество биосферы характеризуется огромной свободной энергией, химические реакции в нем протекают при низких температурах и в тысячи, миллионы раз быстрее, чем в неживом веществе. Слагающие живое вещество индивидуальные химические элементы (белки, ферменты) устойчивы только в живых организмах, оно характеризуется саморегулируемым движением и стремится заполнить собой все возможное пространство. Живое вещество в биосфере представлено в виде индивидуальных организмов, на Земле – в виде биоценозов. Для него характерно наличие эволюционного процесса, так как благодаря непрерывному чередованию поколений современное живое вещество генетически связано с живым веществом прошлых геологических эпох.

Живое вещество в биосфере выполняет ряд важнейших функций. В настоящее время они объединены в пять основных групп:

1. Энергетическая функция – основная планетарная функция биосферы. Она заключается в улавливании, связывании и запасании солнечной энергии, идущей затем на поддержание других процессов в биосфере. В основе этой функции лежит фотосинтезирующая деятельность зеленых растений. Зеленый покров является единственным источником свободного кислорода и регулятором газового состава атмосферы, он поддерживает неизменное содержание кислорода (20,95%) газового состава атмосферы.

2. Концентрационная функция - связана с аккумуляцией живыми организмами из внешней среды химических элементов (водород, кислород, азот, кальций, магний, натрий, фосфор). Ежегодно зеленые растения концентрируют 10^7 т цинка, что равняется его мировым запасам (в виде сырья), 10^5 т кобальта, 10^6 т никеля, 10^7 т меди, 10^9 т фосфора, что всего на порядок меньше их мировых запасов (в сырье). Отмирание живого вещества приводит к высокому содержанию большинства этих элементов в почве и литосфере, вплоть до образования горных пород - торфа, угля, известняка, сапропелей, мела, железных руд осадочного происхождения и др.

Кроме обычных химических элементов, широко распространенных в биосфере, многие организмы накапливают редкие и рассеянные элементы, которые могут играть важную роль в их физиологии. Некоторые цветковые растения могут концентрировать литий, берий. Микрофлора некоторых рудных месторождений обогащается медью, цинком, свинцом. Бром и йод накапливаются в некоторых морских водорослях, а также некоторых губках. Растительность, произрастающая на почвах и породах, обогащенных растворимыми соединениями металлов, накапливает их в повышенном количестве против нормального содержания. На этом основаны биохимические методы поисков рудных месторождений.

3. Деструктивная функция живого вещества выражается в разрушении органических остатков и вовлечении освобождающихся веществ в биосферный круговорот.

Живые организмы оказывают влияние не только на органические остатки. Биогенному разложению подвержены многие минералы. Разлагая минералы, живые организмы извлекают из них кальций, калий, натрий, фосфор и другие элементы. Концентрация организмами токсичных веществ может приводить к образованию их запасов на отдельных участках земной коры.

4. Среодообразующая функция. В результате деятельности живого вещества изменяются физико-химические характеристики среды: влажность, температура, газовый состав. Именно благодаря живым организмам в атмосфере произошло накопление кислорода. Живые организмы оказывают влияние на углекислый газ, азот, метан, водород. Считается, что 50% всего водорода атмосферы образовано в результате деятельности живого вещества.

Состав почвенного воздуха формируют бактерии. Живое вещество определяет и состав природных вод.

5. Транспортная функция. Это перемещение веществ в биосфере во всех направлениях.

Круговорот веществ.

В процессе жизнедеятельности все организмы находятся в постоянном и активном взаимодействии с окружающей средой. Суть этого взаимодействия заключается в обмене веществом и энергией. В целом в биосфере происходит непрерывный процесс созидания живого вещества и аккумуляции энергии и одновременно разрушения сложных органических веществ и превращения их в исходные вещества: CO_2 , H_2O , H_2S , различные соли. Эти два процесса составляют сущность круговорота веществ, они неразделимы и биосфера может существовать лишь при одновременном их протекании.

Различаются 2 круговорота – большой (геологический) и малый (биологический). В процессе геологического круговорота с одного места в другое в масштабе всей планеты переносятся минеральные соединения, а также изменяется агрегатное состояние H_2O (жидкая, твердая (лед, снег), газообразная (пар)). Геологический круговорот наиболее четко проявляется в круговороте H_2O . Круговорот воды – процесс непрерывного, взаимосвязанного перемещения воды на земле, происходящий под влиянием солнечной энергии, силы тяжести и жизнедеятельности организмов. Испарение воды происходит с поверхности водоемов, почвы и растений. Вода, находящаяся в парообразном состоянии возвращается затем в виде осадков. Над океаном выпадает 78% общего количества осадков, над сушей – 22%. Геологический круговорот веществ проходит медленнее и границы его часто шире границ биосферы, и живые организмы в геологическом круговороте играют второстепенную роль.

С появлением живых организмов на базе геологического круговорота возник биологический. Суть биологического круговорота

заключается в протекании двух противоположных, но взаимосвязанных процессов – создания органических веществ и их разрушения. Начальный этап возникновения органического вещества обусловлен фотосинтезом зеленых растений. Растения извлекают из почвы в растворенном виде серу, фосфор, кальций, калий, магний, алюминий, и т.д.. Растительноядные животные поглощают уже соединения этих элементов в виде пищи растительного происхождения. Хищники питаются растительноядными животными, потребляя пищу более сложного состава, включая белки, жиры, аминокислоты. В процессе разрушения микроорганизмами органического вещества отмерших растений и остатков животных в почву и водную среду поступают простые минеральные соединения доступные для усвоения растениями и начинается следующий виток биологического круговорота.

Обмен веществом и энергией, осуществляющийся между различными структурными частями биосферы и определяющийся жизнедеятельностью микроорганизмов, называется биохимическим циклом.

К главным циклам относятся биохимические циклы углерода, кислорода, азота, серы, фосфора.

Круговорот углерода - это один из важнейших круговоротов в биосфере. В биологическом круговороте углерода выделяются три стадии:

1. Зеленые растения, поглощая углекислый газ из воздуха, создают органическое вещество;
2. Животные, питаясь растениями, из содержащихся в них соединений углерода продуцируют другие соединения;
3. Микроорганизмы разрушают вещество мертвых растений и животных и освобождают углерод, который снова попадает в атмосферу в составе углекислого газа.

Источником углерода также является углекислый газ, поступающий в атмосферу при дыхании растений в темное время суток. Часть углерода накапливается в виде мертвых органических веществ там, где отсутствуют условия для их разложения, и переходит в ископаемое состояние (торф, каменный уголь, нефть). О масштабности современного биологического круговорота углерода можно судить по тому обстоятельству, что растительные организмы, включая водоросли, ежегодно продуцируют около 1,5 трлн. тонн углерода органической массы.

На суше особенно мощным естественным источником поступления CO_2 в атмосферу являются вулканы.

Биохимический цикл кислорода является планетарным процессом, связывающим атмосферу, гидросферу и литосферу. Все органические вещества – это соединения O_2 , поэтому кислород является жизненно важным элементом почти для всех живых организмов (за исключением анаэробных бактерий). В количественном отношении O_2 - преобладающий компонент живой материи (тело человека по массе состоит из O_2 на 62,8%. 30% земного шара, 47% земной коры, 85,7% гидросферы и 70% живого вещества составляет по массе O_2 . Огромные его количества прочно химически связаны с другими элементами, образуя многочисленные минералы. В биосфере происходит быстрый обмен кислорода среды с живыми организмами или их остатками после гибели. В течение веков растения главным образом производят свободный O_2 , а животные являются его потребителями путем дыхания. Господствующей формулой нахождения кислорода в атмосфере является молекула O_2 , в ничтожных количествах присутствует озон (O_3). Свободный кислород атмосферы является побочным продуктом процесса фотосинтеза зеленых растений, его общее количество отражает баланс между его продукцией и процессами окисления и гниения различных веществ. Количество выделяемого кислорода равно количеству поглощаемого.

Азот – главный газ атмосферы (80% свободного). В связанном состоянии встречается в форме неорганических соединений, например, натриевой селитры NaNO_3 и калийной KNO_3 , аммиака NH_3 (продуктов гниения). В виде органических соединений азот содержится во всех организмах. В атмосфере Земли он находится в виде N_2 – химически инертного газа. Большинство организмов не способны усваивать свободный азот из воздуха. Растения извлекают азот из почвы с неорганическими веществами – солями аммония и нитратами (нитраты – соли азотной кислоты, нитриты – соли азотистой кислоты) Животные усваивают органически связанный азот при потреблении растительной или животной пищи.

В круговорот атмосферный азот вовлекается главным образом благодаря азотфиксации. Свободный азот фиксируют синезеленые водоросли, азотбактерии. Отмершая органика перерабатывается сапрофитами (грибы, бактерии). В итоге связанный в органике азот высвобождается и возвращается в молекулярной форме в атмосферу.

Ноосфера.

В основе современных представлений о взаимоотношении человека и природы лежит разработанная в начале XX века В.И.Вернадским концепция ноосферы, как нового геологического этапа развития биосферы, на котором человек впервые становится крупнейшей геологической силой. **Сфера взаимодействия общества и природы, в пределах которой разумная деятельность предстает главным, определяющим фактором развития биосферы и человечества, называется ноосферой.**

В представлении В.И.Вернадского, человек – часть живого вещества, подчиненного общим законам организованности биосферы, вне которой оно существовать не может. Человек является частью биосферы, утверждал выдающийся ученый. Ноосфера представляет собой качественно новый этап эволюции биосферы, в котором создаются новые формы ее организованности как новое единство, возникающее в результате взаимодействия природы и общества.

В.И.Вернадский считал основной предпосылкой перехода биосферы в ноосферу научную мысль. Материальным ее выражением в преобразуемой человеком биосфере является труд.

Учение о биосфере и ее высшей стадии – ноосфере в настоящее время приобрело особое, практическое значение в связи с тем, что локальное воздействие человека на биосферу стало носить глобальный характер. Международная программа «человек и биосфера» посвящена поиску оптимальных путей решения экологических проблем, обеспечения разумной хозяйственной деятельности человека, не нарушающей функций биосферы.

Человек издавна воздействовал на окружающую природную среду, но на протяжении долгого времени возможности его были ограничены.

Быстрый рост населения, резкое увеличение потребления ресурсов, появление мощной техники значительно усилило воздействие человека на природную среду, достигнув глобальных масштабов.

Человек ежегодно извлекает из земных недр более 200 млрд. тонн руд, горючих и строительных материалов, сбрасывает в море и

реки более 750 млн. тонн нефтепродуктов, выбрасывает в атмосферу более 25 млрд. тонн оксидов углерода, 1,5 млн. тонн фреонов, 190 млн. тонн диоксида серы и т.д.

Интенсивно проводилось сведение лесов под пашню и пастбища. Из-за неправильного использования земель ежегодно возникает около 6 млн. га. «рукотворных» пустынь. Ежегодно на планете теряется 26 млрд. тонн плодородного слоя пахотных земель.

Однако наиболее сложной экологической проблемой является интенсивное загрязнение окружающей среды. Выделяют 3 типа загрязнения природной среды:

1. физическое (тепловое, шумовое, электромагнитное, радиоактивное);
2. химическое (аэрозоли, химические вещества, пластмассы, пестициды)
3. биологическое (биогенное, микробиологическое, генная инженерия).

Особую опасность представляют предприятия химической, цветной, нефтеперерабатывающей, топливной промышленности; различные виды транспорта (особенно автомобили); сельское хозяйство (мин. удобрения, пестициды); АЭС.

Загрязнители поглощаются живыми организмами и, перемещаясь по пищевым цепям, увеличивают свои концентрации, оказывая вредное воздействие на природные экосистемы и живые организмы.

Среди экологических проблем биосферы особую опасность представляет ее радиоактивное загрязнение. Оно может быть вызвано главным образом антропогенными факторами: разработка радиоактивных руд, ядерные взрывы в мирных целях, испытание ядерного оружия, аварии на АЭС.

Авария на Чернобыльской АЭС (1986г.) является крупнейшей экологической катастрофой. Суммарный выброс радиоактивных веществ в атмосферу составил 77 кг (для сравнения – при взрыве атомной бомбы над Хиросимой было выброшено 740г) радионуклидов. 70% выброса радиоактивных веществ пришлось на территорию Белоруссии, причем большая часть их выпала в радиусе 300 – 400 км от станции. Площадь погибших сосновых лесов составила 600 га, а пораженных более 15 тыс. га. Чернобыльскими радионуклидами были загрязнены бассейны рек Дуная, Днепра, Днестра, Дона, Волги и др. Огромные экономические потери от данной катастрофы: долгосрочное изъятие из

хозяйственного оборота 144 тыс. га сельхозугодий, 492 тыс. га лесов, затраты на отселение жителей. В пострадавших районах резко повысилась заболеваемость анемией, сердечно-сосудистыми, легочными болезнями, участились вспышки инфекций.

В результате нерациональной деятельности человека за последние столетия безвозвратно истреблено много видов животных.

Спуск недостаточно очищенных промышленных отходов в водоемы губят в них жизнь

Вырубка лесов без учета их воспроизведения приводит к обмелению рек и эрозии почв.

Увеличивается потребность в воде для бытовых и промышленных нужд. Перед человеком нависла угроза водного голода.

Становится проблемой недостаток минерального сырья. Неумеренно используя энергетические ресурсы, человек истощает их запасы и наносит урон окружающей среде.

Бесконтрольно используются горючие вещества в современной технике. Это грозит опасностью нарушения атмосферных процессов в местном и мировом масштабе.

5. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ.

В общем смысле под ресурсами понимают любые источники и предпосылки получения людям необходимых материальных благ. Экологов в первую очередь интересуют ресурсы природные, то есть вся совокупность естественных продуктов природы, используемых человеком для удовлетворения материальных и культурных потребностей.

По характеру использования природные ресурсы делятся на исчерпаемые и неисчерпаемые.

Исчерпаемые ресурсы в свою очередь делятся на исчерпаемые возобновимые и невозобновимые. Если использование возобновимых ресурсов может носить непрерывный характер, то есть на смену использованным в процессе естественного роста накапливаются новые, то невозобновимые ресурсы представляют собой какой-то определенный конечный запас, который может быть использован в течение того или иного промежутка времени полностью и восстановление его невозможно. К группе возобновимых природных ресурсов прежде всего относятся биологические ресурсы – растительность и животный мир. Это лесные ресурсы, ресурсы сельскохозяйственных растений, домаш-

них и диких животных. К возобновимым ресурсам относятся некоторые минеральные ресурсы, например соли, выпадающие в осадок в соленых озерах и морских лагунах.

Однако в результате неправильной деятельности человека возобновимые ресурсы могут стать невозобновимыми. Например, исчезли отдельные виды животных (тур, тарпан, стеллерова корова).

К невозобновимым ресурсам относятся залежи полезных ископаемых, т.е. богатства недр земли. При добыче полезных ископаемых необходимо стремиться к более полному извлечению их из недр и к уменьшению потерь при переработке и использовании.

Неисчерпаемые ресурсы – это космические ресурсы (солнечная радиация, морские приливы, ветер, текущая вода). Однако неисчерпаемость этих ресурсов относительна. На первый взгляд эти ресурсы таят в себе неисчерпаемые возможности. Однако многие так называемые неисчерпаемые ресурсы оказываются, в конце концов, конечными из-за того, что среда их происхождения становится зачастую непригодной для сложившегося хозяйства и жизни человека. Так, запас воды на земном шаре огромен, но пресной воды для пищевых и промышленных целей ограничен. При сильном загрязнении природной среды становятся ограниченными и малодоступными даже солнечная энергия, чистый воздух.

Природная среда стала заметно меняться за последние десятилетия в связи с возросшим масштабом взаимодействия человечества на внешнюю среду и эксплуатацию природных богатств. Научно-технический прогресс характеризуется гигантским ростом потребления энергетических ресурсов, каменного угля, нефти, горюче-смазочных материалов, торфа, сланцев. Используется атомная энергия. Быстрыми темпами идет интенсификация сельского хозяйства, эксплуатация сельскохозяйственных угодий. Высокими темпами развивается промышленность органического синтеза, применение цветных металлов, рост транспортных средств, электронной и космической техники.

Научно-технический прогресс несет человечеству много благ и одновременно немало нежелательных последствий.

Беларусь, как компактный природно-экономический район, имеет значительные энергетические ресурсы (залежи нефти, газа, угля, торфа), ценные минеральные ресурсы (залежи каменных и калийных солей, стекольных и формовочных песков, тугоплавких глин, доломита). Беларусь хорошо обеспечена водой. Глубинные исследования недр

открыли перспективы республики на такие виды полезных ископаемых, как железная руда, руды цветных металлов. Надо иметь ввиду, что потребность промышленности в различных видах минерального сырья должна удовлетворяться не только за счет открытия новых месторождений, но и за счет более экономичного потребления полезных ископаемых. При добыче необходимо стремиться к наиболее полной отработке месторождений, снижать потери при добыче, извлекать весь комплекс пород, представляющих ценность для промышленности, т.е. необходимо рационально использовать природные ресурсы, так как богатства природы могут быть исчерпаны, а внешняя среда из-за разрушения и загрязнения станет непригодной для обитания.

Рациональное управление природными ресурсами.

Ограниченность ресурсов Земли является в конце XX в. одной из наиболее актуальных проблем человеческой цивилизации. В связи с этим, одним из важнейших условий современности можно считать решение задач по рациональному управлению природными ресурсами. Их выполнение требует не только обширных и глубинных знаний закономерностей и механизмов функционирования экологических систем, но и целенаправленного формирования нравственного фундамента общества, осознания людьми своего единства с природой, необходимости перестройки системы общественного производства и потребления.

Для сознательного и квалифицированного управления экономикой и природопользованием необходимо:

- определить цели управления;
- разработать программу их достижения;
- создать механизмы реализации поставленных задач.

Стратегия развития промышленности, энергетики и борьба с загрязнениями. Главным стратегическим направлением развития промышленности является переход на новые вещества, технологии, которые позволяют уменьшить выбросы загрязнителей. Используется общее правило, что предотвратить загрязнение легче, чем ликвидировать его последствия. В промышленности для этого применяются системы очистки сточных вод, оборотное водоснабжение, газосулавливающие установки, на выхлопных трубах автомобилей устанавливаются специальные фильтры. Переход на новые, более «чистые» источники энергии также способствует уменьшению загрязнения природной

среды. Так, сжигание на ГРЭС или ТЭЦ природного газа вместо угля позволяет резко снизить выбросы диоксида серы.

Во многих случаях загрязнение атмосферы и водоемов затрагивает интересы нескольких или многих стран. Для уменьшения его последствий необходимо международное сотрудничество. В качестве примера такого сотрудничества следует назвать соглашение о снижении производства хлорфторуглеродов, в котором участвуют большинство государств мира, в том числе Россия и страны СНГ.

Рациональное использование минеральных ресурсов. Из-за несовершенства технологии добычи и переработки минеральных ресурсов нередко наблюдается разрушение биоценозов, загрязнение окружающей среды, нарушение климата и биогеохимических циклов. К рациональным подходам к извлечению и переработке природных минеральных ресурсов относятся:

- максимально полное и комплексное извлечение из месторождения всех полезных компонентов;
- рекультивация (восстановление) земель после использования месторождений;
- экономное и безотходное использование сырья в производстве;
- глубокая очистка и технологическое использование отходов производства;
- вторичное использование материалов после выхода изделий из употребления;
- использование технологий, позволяющих проводить концентрацию и извлечение рассеянных минеральных веществ;
- использование природных и искусственных заменителей дефицитных минеральных соединений;
- разработка и широкое внедрение замкнутых циклов производства;
- применение энергосберегающих технологий и т.д.

Некоторые из современных производств и технологий отвечают многим из этих требований, но вместе с тем нередко они еще не стали нормой производственной сферы и природопользования в мировом масштабе. Создание новых технологий должно сочетаться с грамотной экологической экспертизой всех, особенно широкомасштабных, проектов в промышленности, строительстве, транспорте, сель-

ском хозяйстве и других видах деятельности человека. Проводимая специальными независимыми органами, такая экспертиза позволит избежать многих просчетов и непредсказуемых последствий реализации этих проектов для биосферы.

Стратегия развития сельского хозяйства. В конце XX столетия объем мировой сельскохозяйственной продукции растет быстрее, чем население. Однако этот рост сопровождается, как известно, существенными издержками: сведением лесов для расширения посевных площадей, засолением и эрозией почв, загрязнением среды удобрениями, пестицидами и т.д.

В дальнейшем развитии сельского хозяйства стратегическим направлением является повышение урожайности, позволяющее обеспечить растущее население продовольствием без увеличения посевных площадей. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур может быть достигнуто за счет расширения орошения. Большое значение, особенно при недостатке водных ресурсов, должно придаваться капельному орошению, при котором вода рационально используется путем непосредственной ее подачи к корневой системе растений. Другой путь – выведение и возделывание новых сортов сельскохозяйственных культур. Возделывание новых сортов, например, зерновых культур, более продуктивных и устойчивых к болезням, дало в последние десятилетия XX в. основной прирост сельскохозяйственной продукции. Этот успех селекционеров был назван «зеленой революцией».

Урожайность повышается при чередовании возделываемых культур (севооборотах) применительно к зональным условиям, а нередко и при переходе от монокультуры к смешанным посевам, например, совместному выращиванию зерновых культур с бобовыми, особенно на кормовые цели.

Известно, что природные многовидовые ассоциации растений значительно реже страдают от вспышек развития насекомых-вредителей, возбудителей болезней, чем популяции монокультур в агроценозах. Это объясняется высокой концентрацией сельскохозяйственных культур, что делает их удобным объектом для многочисленных хищников, паразитов, возбудителей заболеваний и других вредных организмов, освобождающихся от конкуренции, присущей им в естественной обстановке. Отсюда – важным путем повышения урожайности является снижение потерь от вредителей, болезней и сорняков путем интегрированной системы защиты сельскохозяйственных культур,

где особое значение в борьбе с вредными организмами придается агротехническим, селекционным, семеноводческим приемам, севооборотам, биологическим методам. Химический метод применяется в крайних случаях, в годы, когда вредные организмы превышают порог вредоносности, создается угроза потерь урожая и другие приемы не дают возможности предотвратить эти потери.

Для получения максимального урожая и длительного поддержания плодородия почвы, технология внесения удобрений также сложна и требует определенной экологической культуры. Оптимальное соотношение между минеральными и органическими удобрениями, их нормы, сроки, способы и место внесения, использование полива и рыхление почвы, учет погодных условий – это неполный перечень факторов, которые влияют на эффективность применения удобрений.

Повышенные нормы, неправильные сроки или способы внесения, например, азотных удобрений, приводят к накоплению их в почве, а в растениях, соответственно, нитратов, вредных в избыточных количествах для человека. Поверхностное и чрезмерное внесение удобрений приводит к частичному их смыву в реки, озера, отравлению воды, гибели животных и растений. Многочисленные примеры нерационального обращения с удобрениями свидетельствуют о необходимости тщательного и серьезного выполнения всех работ в этой отрасли сельского хозяйства.

Вероятно, в XXI в. сельское хозяйство современного типа сохранится. В его развитии нынешние тенденции позволяют надеяться, что растущее население Земли будет обеспечено продовольствием.

Сохранение природных сообществ. Основа благосостояния человечества в будущем – сохранение природного разнообразия. Устойчивость в функционировании биосферы обеспечивает разнообразие природных сообществ.

Животные в сообществах характеризуются определенной продуктивностью, производимой в единицу времени новой биомассой. Человек при использовании изымает часть биомассы в виде урожая, представляющего собой ту или иную долю биопродукции. Снижение продукции может происходить из-за наличия внутривидовой или межвидовой конкуренции, воздействия неблагоприятных условий внешней среды и других факторов. Разница между ней и урожаем может значительно сократиться и даже стать отрицательной. В последнем случае изъятие будет превышать естественный прирост биомассы того или

иною вида животных, популяций.

Разумное использование биологических ресурсов состоит:

- в поддержании продуктивности популяции на максимально высоком уровне;
- сборе урожая, величина которого максимально близка к производимой популяцией продукции.

Данное регулирование предполагает глубокое знание экологии эксплуатируемого вида, популяции, выработку и соблюдение норм и правил использования.

Существует три канала, по которым может осуществляться управление продуктивностью популяции: рождаемость, смертность, скорость роста особей. Эти характеристики находятся под влиянием целого ряда факторов: пищевых ресурсов, состояния климата и почв, наличия влаги, света, тепла, плотности популяции, взаимодействия с другими видами, наличия болезней, паразитов и т.д. Поддерживая благоприятные условия и подавляя отрицательные воздействия, тем самым человек может регулировать продуцирование биомассы, добываясь максимальной его скорости. Изменяя интенсивность изъятия биомассы или величины собираемого урожая, человек может оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на ту или иную популяцию.

В материальном производстве человек использует в настоящее время незначительный процент видов. Несомненно, в будущем могут быть использованы полезные свойства большего числа видов при условии, если они к тому времени сохранятся. Сохранение природных сообществ важно не только для материального благополучия, но и для полноценного существования человека.

В настоящее время ясно, что для сохранения видового разнообразия необходимо сохранить ненарушенные участки, которые должны быть значительными по площади, так как на небольших заповедных «островках» многим видам грозит вымирание. На этом пути достигнуты определенные успехи: создана сеть биосферных заповедников в России и других странах, где представлены основные сообщества. На территории заповедников запрещена всякая хозяйственная деятельность, а вокруг созданы специальные охранные зоны. Заповедники при сравнении с другими сообществами служат как бы эталонами, позволяющими выявить «отклонения от нормы».

В целом же при решении экологических проблем должны пре-

дусматриваться следующие виды деятельности:

- местный (локальный) и глобальный экологический мониторинг, т.е. измерение и контроль состояния важнейших характеристик окружающей среды, концентрации вредных веществ в атмосфере, воде, почве;
- восстановление и охрана лесов от пожаров, вредителей и болезней;
- дальнейшее расширение и увеличение заповедных зон, эталонных экосистем, уникальных природных комплексов;
- охрана и разведение редких видов растений и животных;
- международное сотрудничество в деле охраны среды;
- широкое просвещение и экологическое образование населения.

Решение экологических проблем зависит не только от ученых, но и политиков, производителей, от разумного поведения всего общества. Роль экологии – помочь осознать, чем грозит незнание или пренебрежение этими проблемами; изучая природные сообщества, найти пути их сохранения для настоящего и будущего нашей планеты.

В тесной взаимосвязи с развитием экономики складывалась ситуация по охране окружающей среды. В большинстве городов страны уровень загрязнения атмосферного воздуха основными вредными веществами ниже санитарно-гигиенических норм. Исключение составляет загрязнение воздушного бассейна крупных городов формальдегидом от автомобильного транспорта (среднегодовые концентрации достигают 2-3 ПДК).

В 2000 г. в воздушный бассейн выброшено 1311,3 тыс. т загрязняющих веществ, в том числе от стационарных источников – 358,5 тыс. т (27,3%), от передвижных – 952,8 тыс. т (72,7%). По сравнению с 1995 г. общий объем выбросов сократился на 40,4%. Объясняется это не только замедлением темпов роста промышленного производства, но и увеличением доли газа в структуре топливно-энергетического баланса, проведением атмосфероохранных мероприятий.

В поверхностные водные источники в 2000 г. было сброшено 1173,5 млн. м³ сточных вод, из них отнесенных к категории «загрязненные» – 24,7 млн. м³ (1,9%).

Вместе с тем в сравнении с 1995 г. объем сброса загрязненных стоков сократился на 60,9%. Однако с 1996 г. сброс загрязненных сто-

ков при росте ВВП стабилизировался, что является косвенным показателем экологизации производства, выполнения водоохраных требований. И хотя качество воды за этот период во многих реках не улучшилось, можно констатировать, что процесс загрязнения водных объектов приостановился. В настоящее время большинство рек относится к категории «умеренно загрязненные». Наибольшую нагрузку загрязнений сточных вод испытывают реки: Свислочь (ниже г. Минска), Неман (г. Гродно), Уза (г. Гомель). С учетом этого, наряду с внедрением безводных и других прогрессивных технологий, крайне важны мероприятия по интенсификации очистки и доочистки сточных вод.

Большое внимание в базисном пятилетии уделялось проблеме минимизации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. За 1996-2000 гг. в «чистые» районы Беларуси переселено в централизованном порядке свыше 4,4 тыс. чел. или 2,1 тыс. семей. За счет средств, предусмотренных на преодоление последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, за 1996-2000 гг. построены 4,8 тыс. квартир, или 305 тыс. м² общей площади жилья, общеобразовательные школы – на 5,4 тыс. ученических мест, детские дошкольные учреждения – на 2,1 тыс. мест, больницы – на 1,3 тыс. коек, амбулаторно-поликлинические учреждения – на 2 тыс. посещений в смену. Под медицинским наблюдением находятся около 1664,5 тыс. чел., в том числе более 344,3 тыс. детей, подвергшихся радиоактивному воздействию.

6. ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ И НЕДР

Состояние почвенных ресурсов в Беларуси

Известно, что почва – это природное образование, состоящее из связанных между собой горизонтов, формирующихся в результате преобразования поверхностных слоев литосферы под действием воды, воздуха и живых организмов и обладающая свойством плодородия, т.е. способностью обеспечивать растения питательными веществами.

Почва является одной из самых огромных естественных лабораторий, в которой непрерывно протекают самые разнообразные сложные процессы разрушения и синтеза органических веществ, фотохимические процессы. Она – приемник и поглотитель различных растительных, животных, хозяйственно-бытовых и промышленных отходов, резервуар и источник многообразной микрофлоры и микрофауны, оказывает прямое и косвенное влияние на здоровье и продуктивность животных.

Для территории Беларуси характерны следующие типы почв: дерново-подзолистые, дерново-подзолистые заболоченные, дерново-болотные, дерновые, торфяно-болотные и пойменные.

Общая площадь земли Беларуси оценивается в 20,76 млн. га. Доля продуктивных земель составляет 86% этой площади, около 6 % - земли, отведенные под дороги, застройки, торфоразработки и т.д. и около 8% - неиспользуемые земли (пески, болота, кустарники).

Основная масса почвы представляет собой сложный комплекс минеральных соединений (90-99%) и органических веществ (1-10%). Минеральная часть состоит в основном из песка, глины, извести и мела с входящими в них солями кремния, алюминия, кальция, магния и др.; органическая часть – из гумуса (перегноя), в ней содержатся большое количество микроорганизмов.

Почва состоит из твердых частиц и свободных промежутков между ними – пор, заполненных воздухом и влагой.

Одной из постоянных частей почвы является воздух. От его удельного содержания зависят, прежде всего, процессы окисления, он постоянно обменивается с атмосферным воздухом. Этому способствуют колебания температуры и уровня грунтовых вод, барометрическое давление, отсасывающее действие ветра, атмосферные осадки и другие факторы.

Наряду с другими компонентами почва содержит и определенное количество воды, зависящее от влагоемкости почвы и климатических условий. При этом вода может находиться в химически связанном состоянии. Вода участвует в разнообразных процессах, протекающих в почве, обеспечивает необходимые условия жизни для почвенной флоры и фауны. Являясь универсальным растворителем, почвенная вода содержит органические и минеральные соединения, от которых зависит химический состав растений.

Тепловые свойства почвы оказывают влияние на температуру приземного слоя атмосферы, тепловой режим помещений, а также на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов и процессы разложения органических веществ в почве.

Состав и свойства почвы в ходе почвообразовательных процессов непрерывно, хотя и медленно, меняются. Большая роль в этом отношении принадлежит человеку, который может менять ее природу и плодородие путем рациональной системы обработки, севооборотов, внесения удобрений, осушения или обводнения.

В настоящее время в связи с научно-техническим прогрессом, развитием химии и сельского хозяйства, кроме естественных эндемических почвенных регионов, появились искусственные биогеохимические районы и провинции с измененным составом и свойствами почв. Их появление связано с использованием разнообразных пестицидов, минеральных удобрений, стимуляторов роста растений и пр., а также с поступлением в почву промышленных выбросов, сточных вод и отходов, содержащих химические вещества, относящиеся к разным классам опасности.

Минеральные удобрения, вносимые в почву для повышения урожайности, содержат преимущественно азот, фосфор и калий. Большое распространение получили азотные удобрения. При умеренных дозах они не представляют опасности, но внесение азотных удобрений сверх допустимых норм, увеличивает содержание в почве нитратов и нитритов, они накапливаются в растениях и воде, ухудшают вкус пищевых продуктов и могут оказать вредное влияние на здоровье.

Особое значение имеют пестициды, обладающие большой устойчивостью к воздействию внешних факторов, благодаря чему они могут накапливаться в почвенном покрове, кумулироваться в растениях и организмах животных и по пищевым цепочкам передаваться к человеку. К числу таких ядохимикатов необходимо, прежде всего, от-

нести хлорорганические препараты, в частности ДДТ, который может сохранять свою активность около 15 лет. Бесконтрольное применение их может приводить к значительному загрязнению почвы и обуславливать существенные сдвиги биохимических и микробиологических процессов. При этом наблюдается гибель микрофлоры, играющей положительную роль в процессах самоочищения почвы.

Указанные вещества из загрязненной почвы могут мигрировать в грунтовые воды, открытые водоемы, атмосферный воздух, растения и, таким образом, отрицательно влиять на флору и фауну.

На территории Беларуси преобладают легкие почвы, требующие известкования и удобрений. Разрушительное воздействие на почвы оказывает влажное и сухое осаждение 34-43 кг/га/год оксидов азота и серы. Ежегодно в Беларуси вырабатывается 1,685 млн. т токсических отходов и более 12 млн. м³ твердых бытовых отходов. Предприятиями по переработке отходов перерабатывается около 600 тыс. м³ городского мусора, а большинство отходов захороняется на свалках.

Ядерные взрывы в открытой атмосфере способствовали загрязнению поверхности планеты искусственными долго живущими радиоактивными изотопами. Мощное загрязнение почвы радионуклидами произошло во время аварии на Чернобыльской атомной электростанции. В Могилевской и Гомельской областях обнаружены пятна радиоактивности, достигающие 146 Ки/км² по цезию и 10 Ки/м² по стронцию. Радионуклиды почвы участвуют во внешнем облучении организма человека, а в случае поступления с растительной и животной пищей обуславливают и внутреннее облучение.

Биологические свойства почвы.

Живые организмы почвы представлены в основном микроорганизмами, общее число которых достигает 2 млрд. на 1 га почвы. Среди микроорганизмов встречаются грибы, водоросли, бактерии, простейшие и вирусы. Кроме того, в почве обитают черви, личинки и куколки членистоногих, паукообразные, насекомые, кроты, мыши. Количество живых организмов в почве меняется как в качественном, так и в количественном отношении и зависит от механического состава, химических свойств, температурного режима почвы, солнечной радиации и аэрации.

Непосредственно на поверхности почвы количество бактерий сравнительно невелико, что объясняется действием солнечного света и

высыханием почвы. Количество микроорганизмов резко возрастает начиная с глубины 1 см, достигая максимума на глубине 10 см. В дальнейшем, по мере углубления в почву, количество бактерий быстро убывает. Так, уже на глубине 25 см количество бактерий в 10-20 раз меньше, чем на глубине 1-2 см. Это объясняется тем, что бактерии задерживаются в поверхностных слоях почвы в процессе фильтрации, а также тем, что по мере углубления в почву уменьшается содержание органических веществ, являющихся питательной средой для бактерий, и снижается содержание кислорода, что представляет особое значение для жизнедеятельности аэробных форм. В почвах с хорошей фильтрующей способностью на глубине 3-4 м и более бактерии обычно не обнаруживаются. Сравнительно низкая температура относительно глубоких слоев почвы также является неблагоприятной для жизнедеятельности бактерий.

В поверхностных слоях почвы (особенно в крупнозернистых песчаных почвах) создаются более благоприятные условия для развития аэробных микробов, а в более глубоких слоях (особенно в мелкозернистых влагоемких почвах) содержание кислорода меньше, вследствие чего в этих условиях в почве преобладают анаэробы. В щелочных почвах обитают в основном бактерии, а кислых – плесневые грибы.

Микроорганизмы играют исключительно важную роль в процессах самоочищения почвы. Процессы минерализации органических веществ, поступающих в почву в больших количествах от животноводческих объектов и в результате производственной и бытовой деятельности человека, могут протекать под влиянием бактерий в аэробных и анаэробных условиях. Одни бактерии для своего развития могут использовать органические (белки, жиры, углеводы), другие минеральные соединения. Бактерии-нитрофикаторы окисляют аммиак до нитритов и нитратов, железобактерии превращают соли закиси железа в гидрат окиси, серобактерии окисляют соединения серы в сульфаты и в сульфиты. Благодаря этим процессам в почве совершается круговорот веществ. При участии микроорганизмов происходит превращение веществ в такую форму, в которой их могут использовать корни растений для питания. Без участия почвенной микрофлоры невозможно добиться повышения плодородия почв.

Кроме постоянно содержащихся сапрофитов, в почве могут быть и патогенные микроорганизмы. Попадают они в почву с выделе-

ниями больных животных, навозом, трупами, органическими отбросами, сточными водами животноводческих предприятий. Патогенные микроорганизмы, содержащиеся в почве, делятся на две группы: постоянно обитающие в почве и временно находящиеся в ней. К первой группе относятся возбудители сибирской язвы, столбняка, газовой гангрены, ботулизма, злокачественного отека, эмфизематозного карбункула и др. Болезни, вызываемые этими возбудителями, получили название почвенных инфекций, так как заражение ими происходит через почву, чаще всего на пастбищах. Во вторую группу входят возбудители кишечных инфекций, туберкулеза, бруцеллеза, ящура, рожи свиней, пуллороза птицы, мыта лошадей и др.

Для жизнедеятельности и размножения патогенных микроорганизмов почвенные условия неблагоприятны, поскольку их рост возможен лишь при определенной температуре и в соответствующей среде. Необходимо также учитывать и губительное действие на них солнечных лучей, высыхания и антагонизма микроорганизмов. Поэтому, попав в почву, многие патогенные микробы погибают или видоизменяются, хотя некоторые из них и сохраняют болезнетворные свойства в течение длительного времени. Особенно устойчива споровая микрофлора (20-25 лет).

С испражнениями животных в почву попадают яйца гельминтов, зародыши возбудителей мониезиоза, диктиокаулеза и др. Почва как раз та среда, в которой проходит часть жизненного цикла паразитов. Она играет большую роль в распространении геогельминтов, в особенности аскарид, власоглавок, остриц и др.

Одна самка аскарид за сутки откладывает в кишечнике животных десятки тысяч яиц, которые затем выделяются с фекалиями. Непосредственно на поверхности почвы вследствие высокой температуры (летом), отсутствия влаги и воздействия ультрафиолетовых лучей солнечного света яйца аскарид погибают в течение 7-120 часов, но на глубине 2,5 – 10 см яйца аскариды могут сохранять свою жизнеспособность до года.

Почва также имеет большое значение в распространении так называемых биогельминтов – свиного и бычьего цепней. Из кишечника зараженного человека вместе с фекалиями яйца этих гельминтов могут попадать в почву, на растения и в естественные водоисточники, используемые для кормления и поения крупного рогатого скота и свиней. В кишечнике этих животных они превращаются в личинки, кото-

рые поселяются главным образом в мышцах. Человек, употребляя недостаточно обезвреженную говядину и свинину, заражается личиночной стадией этих биогельминтов.

В почве развиваются и паразитические насекомые – мухи, мошки, слепни, оводы. Она служит местом обитания и размножения грызунов, являющихся источниками таких инфекций, как бешенство, чума, туляремия и др.

Почва – основное средство сельскохозяйственного производства.

Основоположник учения о почве В.В. Докучаев назвал почвой верхний слой земной коры, видоизмененный почвообразующими факторами. К числу этих факторов относят материнскую породу, возраст почвы, рельеф, климат, растительные, животные организмы, особенно микроорганизмы.

Живые организмы способствуют развитию основного свойства почвы - плодородия.

Плодородием почвы называют ее способность обеспечивать растения необходимым количеством питательных элементов, воды и воздуха. Оно складывается в ходе почвообразовательного процесса и воздействия человека на почву. Почва - основа для получения урожая сельскохозяйственных культур, главное богатство, от которого зависит наше существование. Она является основным средством сельскохозяйственного производства. При интенсивном использовании земли необходимо думать не только о том, как больше у нее взять, но и заботиться об увеличении ее плодородия.

Хорошая обработка, своевременное внесение удобрений, задержка влаги и чередование сельскохозяйственных культур препятствуют истощению почвы. Разрушение почвы обычно идет за счет обеднения ее питательными веществами, ухудшения структуры и вследствие - ее эрозии, т.е. физического уничтожения.

Эрозия почв и борьба с ней.

Термин «эрозия» происходит от латинского - разъедать. Эрозия представляет собой разрушение и снос почвенного покрова потоками

воды или ветром. При этом разрушается самый плодородный верхний слой почвы. Для создания этого слоя мощностью 18 см природа затратила примерно 1400-7000 лет, так как почвообразование идет очень медленно (0,5-2 см в 100 лет).

Большой вред землям причиняют овраги. Они врезаются в поля, нарушая их конфигурацию, затрудняя применение машин, сокращая пахотные земли.

Рост оврагов и смыв почв, как правило, прямое следствие бесхозяйственного обращения с землей.

Различают ветровую и водную эрозию. Выдувание почв, снос ее и переотложение ветром называют ветровой эрозией. На развитие ветровой эрозии влияют: ветер, рельеф, характер поверхности почв, величина и форма участка почвы, подвергающегося ветровой эрозии, его расположение по отношению к дующим ветрам, характер и состояние окружающих полей, почва и ее свойства, температура, влажность.

Ветровую эрозию делят на два подтипа - пыльные или черные бури и местные или повседневные эрозии.

Пыльные бури возникают при сильных ветрах, передвигающих мелкие почвенные частицы во взвешенном состоянии в воздушном потоке. Они уничтожают посевы, сносят верхний слой почвы, загрязняют окружающую среду. Типичные пыльные бури проявляются при сильных ветрах в виде смерчей, столбов пыли, в виде поземок. Обычно ветер далеко не уносит поднятые частички. При поземке ветер не поднимает мелких частиц почвы выше роста человека, а тяжелые частицы перекачивает по поверхности земли, часто повреждая всходы сельскохозяйственных культур. Этот вид эрозии распространен на рыхлых почвах, где песчинки из-за малой связности передвигаются даже при слабых ветрах.

Ветровую эрозию можно наблюдать даже зимой на выпуклых склонах, где обнаженная почва, лишенная снежного покрова, быстро теряет влагу и разрушается ветром. При этом образуются сугробы из смеси снега и почвы. Наиболее опасны голые сыпучие пески, которые не могут быть использованы в сельском хозяйстве. Они заносят леса, сады, дороги, водоемы, населенные пункты. Обычно развевание песков ветром происходит после уничтожения на них растительности, при вырубке лесов. Из других причин надо отметить чрезмерный выпас скота и неправильную организацию сельскохозяйственного использования пахотных площадей на песчаных почвах. Для примера приведем катастрофу,

произошедшую 12 мая 1934 года в штатах Техас, Канзас и Оклахома в США. Ветер необычной силы сорвал почву на площади в млн га, поднимая в воздух облака земельной пыли. 25-тисантиметровый слой плодородной почвы за несколько часов был рассеян в пространстве на тысячи км к востоку и западу и на 3 тысячи метров в высоту. Через несколько часов небо над отдаленными Нью-Йорком и Вашингтоном было закрыто земляной тучей.

Следствие катастрофы – распахивание плодородной земли, где паслись бизоны, и выращивание на ней монокультуры. В засушливые годы почва, лишенная растительности, превратилась в пыль и первый же порыв ветра сорвал ее с места.

Борьба с эрозией должна проводиться строго дифференцированно, систематически и комплексно, включая организационные, агротехнические, агробиологические, агрохимические, лесомелиоративные и гидротехнические мероприятия.

Агротехнические мероприятия. На пахотных землях главная задача по борьбе с эрозией — это водозадержание и регулирование поверхностного стока. Агротехническими правилами обработки земли запрещается вспашка вдоль склона горы, если он составляет с линией горизонта угол свыше $6-10^{\circ}$. На таких склонах пахать можно только в горизонтальном направлении. Благодаря этому каждая борозда поглощает дождевые и снеговые воды и тем самым препятствует смыву мелких и наиболее плодородных частиц почвы.

На склонах, подверженных водной эрозии, необходимо практиковать полосное земледелие, при котором полосы, отведенные под сельскохозяйственные культуры, чередуются с полосами, засаженными кустарниками, древесными породами, травами. Эти зеленые полосы поглощают воды, стекающие со склонов.

Большую роль в борьбе с эрозией почв играет снегозадержание, регулирующее накопление и таяние снега. Почва под обильным снежным покровом меньше промерзает и ранней весной лучше поглощает и удерживает обильные талые воды. Тем самым уменьшается разрушительное действие этих вод.

Агробиологические мероприятия. Самыми лучшими защитниками почвы являются растения. Травы скрепляют почву корнями и препятствуют ее размыванию, деревья прикрывают почву от ветра и защищают ее от размыва водой, так как под деревьями почва впитывает воду лучше, чем на полях. Деревья помогают останавливать рост овра-

гов. Вода, проникающая в глубину почвы, питает потом реки, ручьи, озера, ключи.

Агрохимические мероприятия. Внесение удобрений - мощный фактор повышения плодородия смытых почв. Особенно отзывчивы эродлируемые почвы на внесение органических удобрений: навоза, торфа, компоста, птичьего помета. Удобрения улучшают свойства почвы, а это способствует устойчивости почв против эрозии. Зеленые удобрения — хорошее средство обогащения почв органическим веществом и улучшения ее свойств. Для этой цели используют люпин, вику, бобы. Это самая дешевая и доступная форма быстрого обогащения почв азотом. После такого агрохимического приема можно переходить к выращиванию более требовательных культур. Минеральные удобрения способствуют лучшему развитию надземной массы и мощной корневой системы, которые задерживают выпадающие осадки и прекращают поверхностный сток. В борьбе с эрозией большую роль играет и севооборот.

Лесомелiorативные мероприятия. Лес - мощное средство борьбы с эрозией. Лесные полосы регулируют водный режим почвы, защищают растущие на полях культуры от ветров. Лесная подстилка уменьшает глубину промерзания почвы и увеличивает водопоглощение. Сплошное лесоразведение требуется на бедных, малопродуктивных песках. На более плодородных песчаных почвах целесообразно практиковать полосное лесоразведение. Для борьбы с оврагами создаются специальные овражно-балочные лесные насаждения.

Гидротехнические мероприятия. Предназначены для защиты склонов от смыва и размыва. Наиболее доступные простейшие гидротехнические сооружения из местных материалов (хвороста, древесины, камня) - это запруды, плетни, перемычки, перепасы.

Организационные мероприятия. В первую очередь ставят перед собой задачу правильно организовать территорию. Необходимо изучить рельеф почвы, растительность, характер сельскохозяйственных угодий. При организации территории важно правильно разместить различные угодья, лесные насаждения, организовать правильный севооборот, чтобы предотвратить дальнейшее развитие эрозии.

Деградация и рекультивация почв.

Деградация почв это постоянное ухудшение свойства почвы, которое выражается уменьшением содержания гумуса, разрушением структуры и в итоге снижением плодородия.

Деградация почв вызывается не только эрозией. Основными факторами деградации почв являются: эрозия, чрезмерный выпас скота, неправильная агротехника, загрязнение токсикантами, пестициды, кислотные дожди, орошение и осушение, открытая разработка полезных ископаемых.

Непрерывная интенсификация сельского хозяйства не только нарушает круговорот веществ в современных агросистемах, но при повсеместном широком использовании химических удобрений ведет также к необратимому загрязнению культивируемых земель. Из почвы вместе с урожаем человек изымает определенное количество химических элементов, необходимых для питания растений: азот, фосфор, калий, серу, кальций, магний и др. Нехватка элементов компенсируется внесением удобрений. Используемые удобрения, как правило, неочищенные, поэтому вместе с ними в почву попадают многие токсичные химические элементы и их соединения. Как известно, мышьяк, свинец и др. токсиканты накапливаются в почве (обычно в слое 10-12 см) и могут находиться там многие десятилетия. Аккумулируясь в почве, токсические вещества, произведенные человеком, передаются по пищевым цепям биогеоценоза, оказывая губительное действие на все живое. Кроме того, избыток в почве азотных удобрений приводит к насыщению овощей нитратами, которые вызывают тяжелое заболевание — метгемоглобинемию (метгемоглобин — форма гемоглобина, в которой железо окислено до трехвалентного и поэтому он не способен переносить кислород к тканям организма).

Мощными загрязнителями почвы являются окислы серы и азота, которые попадают в почву с осадками, повышают ее кислотность и тем самым снижают плодородие.

Огромный вред почве и биоценозам наносится применением пестицидов — это неорганические вещества, многие из которых содержат соли меди и арсениды. Использование пестицидов отрицательно влияет на экосистемы и здоровье человека, т.к. многие пестициды обладают мутагенными и канцерогенными свойствами. Опасность пестицидов еще и в том, что они распространяются далеко за пределы тех агросистем, где они применяются. Пестициды делятся на следующие группы :

Инсектициды - предназначены для уничтожения насекомых.

Фунгициды - используются для борьбы с фитопатогенными грибами и бактериями.

Гербициды - используются для уничтожения сорняков,

Родентициды — служат для уничтожения грызунов,

Нематоциды - предназначены для уничтожения нематод — паразитов растений и животных.

Рекультивация земель — это комплекс мероприятий, направленных на восстановление продуктивности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды,

Рекультивация делится на два этапа : горнотехнический и биологический. Горнотехнический включает подготовку территорий (планировка, формирование откосов, снятие и нанесение почвенного слоя, создание подъездных путей). Биологический этап - восстановление плодородия почв путем посадки древесных пород или выращивания с-х культур, соблюдая определенную последовательность — раньше культивируют малотребовательные культуры с большой растительной массой, а по восстановлении плодородия почвы - остальные.

Самоочищение почвы.

Попавшие в почву со сточными водами или твердыми отбросами органические вещества, содержащие белки, жиры, углеводы и продукты их обмена, подвергаются распаду вплоть до образования неорганических веществ – процесс минерализации. Благодаря ему недоступные или малодоступные для корневой системы органические вещества переходят в усвояемую форму и таким образом обеспечивают плодородие почвы. С другой стороны перевод органических соединений в минеральные связан с очищением почвы и освобождением ее от органических отбросов.

Параллельно в почве происходит процесс синтеза нового сложного органического вещества, получившего название гумуса. Процесс синтеза почвенного вещества называется гумификацией, а оба биохимических процесса (минерализации и гумификации), направленные на восстановление первоначального состояния почвы, получили название процесса самоочищения почвы.

Механизм самоочищения почвы весьма сложен, причем для его развития имеет значение механическая структура почвенного покрова, его химический состав, физические свойства и вся совокупность живых организмов.

Процесс самоочищения почвы начинается с того, что попавшие в почву органические вещества вместе с содержащимися в них бактериями и яйцами гельминтов частично задерживаются, фильтруясь через почву и адсорбируются ею. Под влиянием биохимических, микробиальных и других процессов стоки, проходя через почву, обесцвечиваются, теряют дурной запах, ядовитость и другие свойства, претерпевая радикальные изменения в химическом составе.

Разложение и минерализация органических веществ происходит при деятельном участии микрофлоры почвы, причем этот процесс может протекать аэробно – при обилии кислорода воздуха, необходимого для жизни аэробных бактерий, и анаэробно – без кислорода, с помощью гнилостных бактерий.

Все вещества попадают в микробную клетку путем осмотического всасывания через мельчайшие поры оболочки (мембрану). Эти поры так малы, что большие молекулы (белки, жиры, углеводы) через них не проникают. Поступление их в микробную клетку возможно лишь после превращения в более простые молекулы (аминокислоты, моносахариды, жирные кислоты). Для осуществления такого способа питания в процессе эволюции у микроорганизмов выработалась способность выделять в окружающую среду гидролитические ферменты, которые подготавливают содержащиеся в ней сложные вещества к усвоению микробной клеткой. Ферменты микроорганизмов по характеру действия делятся на две группы: экзоферменты, действующие вне клетки и участвующие в подготовке питательных веществ для усвоения их клеткой; и эндоферменты, действующие внутри клетки для усвоения пищи.

Углеводы, попавшие в почву с отходами или сточными водами, в аэробных условиях благодаря деятельности микроорганизмов подвергаются превращениям, в результате которых происходит синтез гликогена микробной клетки, образуются вода и CO_2 , выделяется энергия.

Расщепление жиров в почве происходит очень медленно, так как жиры мало подвержены процессам биохимического разрушения. В аэробных условиях этот процесс протекает с образованием липидов микробной клетки и выделением воды, CO_2 , энергии.

Сложные молекулы белка (пептиды) под влиянием ферментов, выделяемых микроорганизмами, расщепляется до альбуминов и пептонов, а затем до аминокислот. Часть аминокислот используется как

пластический и энергетический материал размножающимися микроорганизмами, а часть подвергается дезаминированию с образованием аммиака, воды и CO_2 . В аэробных условиях образовавшийся аммиак растворяется в воде, получается гидроксид аммония. Большая часть аминокислот, образовавшихся из белков отходов при их расщеплении, используется как пластический материал для биосинтеза микроорганизмов. В дальнейшем при отмирании этих микроорганизмов образуется гумус почвы, являющийся ценным питательным веществом для растений. Растительные соединения (клетчатка, лигнин) при разложении в почве также образуют гумус. Гумус не издает зловонного запаха, не привлекает мух и не имеет живых возбудителей инфекций.

Азотсодержащие органические вещества попадают в почву не только в виде белка, но и в виде аминокислот и продуктов белкового обмена, в частности мочевины. Мочевина под влиянием уробактерий и их фермента уреазы гидролизуется и также образуется аммоний. Образовавшийся аммоний в дальнейшем подвергается биохимическому окислению при помощи аэробных бактерий. Этот процесс, получивший название нитрификации, осуществляется в две фазы: в первой фазе аммонийные соли превращаются в азотистые соединения (нитриты) при участии бактерий из рода *B. Nitrosomonas*, во второй – в азотные соединения (нитраты) под влиянием бактерий из рода *B. Nitrobacter*. А при взаимодействии нитратов с калием, натрием и другими элементами образуются соли, доступные для усвоения растениями.

Таким образом, азотная кислота в виде минеральных солей (нитратов) является конечным продуктом окисления белковых веществ и продуктов обмена в животном и растительном организмах.

Одновременно с окислительными процессами в почве происходят и восстановительные процессы, то есть денитрификация. В щелочной среде и при широком доступе воздуха восстановительный процесс не идет дальше образования солей азотистой кислоты; в кислой среде и при затрудненном притоке кислорода восстановление идет до аммиака.

Гигиеническое значение денитрификации весьма важно в связи с тем, что этот процесс при работе сооружений по почвенной очистке может стать преобладающим, например, в начальный период эксплуатации орошения. Положительным моментом в этом процессе является то, что при дефиците кислорода воздуха используется кислород нитратов, чем предотвращается загрязнение ими подземных вод. Судь-

ба нитратов, образовавшихся при биохимическом окислении органических веществ, сводится к тому, что часть из них усваивается корнями растений, часть подвергается денитрификации и, наконец, используется для синтетических процессов микроорганизмами.

Если в почве обезвреживание органического вещества сточных вод в основном осуществляется путем биохимических процессов минерализации, нитрификации, денитрификации и лишь незначительно за счет процессов гумификации, то обеззараживание органических веществ из твердых отходов, осадка сточных вод и активного ила в искусственных сооружениях осуществляется главным образом за счет гумификации при участии термофильных микроорганизмов.

По мере самоочищения почвы от органических загрязнений в ней снижается и общее количество микробов, особенно неспорозоносных патогенных. Этому способствуют конкуренция со стороны сапрофитов, бактерицидное влияние солнечной радиации, действие бактериофагов и антибиотиков.

В природе многие виды микроорганизмов выполняют весьма важные санитарно-оздоровительные функции. Например, гнилостные микробы являются естественными “чистильщиками” внешней среды. Разлагая трупы животных, погибших от заразных болезней, и вырабатывая продукты гниения, они способствуют отмиранию большинства патогенных микробов.

Некоторые почвенные микроорганизмы продуцируют антибиотические вещества, являющиеся губительными для других видов микробов. Наличие этих веществ способствует относительно быстрой гибели патогенных микробов, попавших в почву. Установлено, что чем больше в почве имеется микроорганизмов, тем быстрее наступает гибель патогенной микрофлоры. Особенно интенсивное санирование почвы происходит в зоне ризосферы растений (ежа сборная, лисохвост, донник, крестоцветные – рапс яровой и озимый, сурепица, масленичная редька и др.), где около корней и особенно из мелких разветвлений почвенные микробы находят для своего развития благоприятную среду. Происходит это от того, что вокруг корней растений в почве скапливаются органические соединения, выделяемые этими растениями, являющиеся питательной средой для почвенной микрофлоры. Там же микробы используют благоприятные для своего размножения корневые волоски и отмершие клетки эпидермиса корней.

Сроки, в течение которых происходит самоочищение почвы, различны и определяются строением почвы (в крупнозернистых почвах процессы самоочищения проходят быстрее), воздушным, водным и тепловым режимами почвы и количеством загрязнений. Нельзя забывать и том, что самоочистительная способность почвы ограничена. Это объясняется тем, что чрезмерное ее загрязнение может вызвать гибель всей полезной почвенной микрофлоры.

Охрана земельных ресурсов.

Рационализация использования и охраны земель во всех отраслях народного хозяйства и у всех видов собственников на землю в перспективе приобретает особую значимость в связи с тем, что в землепользовании страны, наряду с проблемами загрязнения и нарушения почвенного покрова, наблюдается тенденция сокращения площадей сельскохозяйственных угодий, которая сохранится и в период до 2005 г. Для обеспечения устойчивого экономического развития страны землепользование должно осуществляться способами, исключающими деградацию почвенного покрова, снижение плодородия земли и ее загрязнение. В целях рационального использования и охраны земель, а также дальнейшего формирования нормативно-правовой базы землепользования необходимо в перспективе предусмотреть:

- совершенствование земельных отношений по пути развития различных форм собственности на землю;
- развитие автоматизированной системы государственного земельного кадастра, отвечающего международным стандартам, и улучшение системы государственного контроля за использованием и охраной земель;
- соблюдение почвозащитной системы земледелия, включая проведение соответствующих организационных, агротехнических, мелиоративных и других мероприятий по повышению почвенного плодородия;
- улучшение экологического состояния территорий с высокой антропогенной нагрузкой, в том числе уменьшение загрязнения почв выбросами промцентров и автотранспорта, а также токсическими веществами (тяжелыми металлами, пестицидами и т.п.);
- восстановление нарушенных земель путем проведения рекультивационных работ, объемы которых, к сожалению, снижаются из-за недостаточности финансирования (1995 г. – 6,3 тыс. га, 1999 г. – 2,8 тыс. га, 2005 г. – 1,9 тыс. га);

- осуществление на загрязненных радионуклидами землях всего комплекса защитных мер в соответствии с нормативными документами, регламентирующими ведение на них сельского и лесного хозяйства.

7. ЭКОЛОГИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА

Значение воды для человека и животных.

Большая часть поверхности нашей планеты (около 71%) покрыта Мировым океаном, составляющим 97 % всех поверхностных вод Земли и около половины литосферы (земная кора). Если срезать сушу и заполнить ею дно океанической чаши, то вся планета покроется слоем воды равным приблизительно 3 км.

Все живое на нашей планете состоит на 2/3 из воды. Без воды невозможно существование живых организмов. На организм человека и животных вода как важнейший компонент среды обитания оказывает значительное влияние, начиная с периода эмбрионального развития. Вода содержится в пище, в воздухе, в строительных материалах, почве и т.д. Она может поменять их свойства, качества, что оказывает положительное или отрицательное влияние на организм.

Содержание воды в организме в значительной степени зависит от вида, возраста, пола и типа тканей животных. Так, в организме собак вода составляет 65%, лошадей – 55%, крупного рогатого скота – около 60%, морских свинок и кроликов – 72%, рыб – 80% от массы тела. В наземных растениях содержание воды составляет 50-75%, в водорослях – 95-99%. В организме молодого животного, особенно новорожденного, содержание воды значительно выше, чем у взрослого. В теле новорожденного теленка вода составляет 72%, полугодовалого – 61%, взрослого быка – 52%. В организме упитанных животных воды содержится относительно меньше, чем у тощих, т.к. жировая ткань бедна водой. Организм истощенной овцы содержит 60%, а жирной – 46% воды. Содержание воды в эмбрионах животных может достигать 97% их массы. Доля воды в отдельных тканях организма неодинакова. Любопытно, что, несмотря на высокое содержание воды, ткани представляют собой плотную массу. Объясняется это способностью

воды вызывать набухание коллоидов в отличие от крови, которая, как известно, сама является тканью, только жидкой. Содержание воды в крови (80%) лишь незначительно больше, чем, например, в сердечной мышце (78%). Таким образом, вода является основной биологической жидкостью. Она содержится в виде внутриклеточной воды, находящейся в клетках, и внеклеточной, находящейся внутри сосудистого русла (плазма) и в тканях (тканевая жидкость). В зрелом организме отношение объемов внутриклеточной воды и внеклеточной составляет 2:1. Внутриклеточная вода составляет 45% от массы тела. Внеклеточная вода, входящая в состав плазмы крови, лимфы, жидкости – тканевой, спинномозговой и серозных полостей, составляет около 20% (в т.ч. вода плазмы крови и лимфы – 4%) от массы тела. Вода, содержащаяся в крови, служит источником, из которого организм черпает воду, необходимую для построения клеток.

Вода является прекрасным растворителем, а все процессы в организме (ассимиляция, диссимиляция, резорбция, диффузия, осмос и др.) протекают в водных растворах органических и неорганических веществ. Вода не только инертная среда, она может также вступать в соединения с другими компонентами живой материи. Только в жидкой водной среде совершаются процессы пищеварения, усвоения пищи в желудочно-кишечном тракте и синтез живого вещества в клетках организма. Вода является непосредственным участником процессов окисления, гидролиза и других реакций межклеточного обмена.

Источники загрязнения природной воды.

Все загрязняющие вещества, в том числе антропогенного, техногенного происхождения, поступающие в природные воды, вызывают в них различные качественные изменения:

- изменение физических свойств воды (нарушение первоначальной прозрачности и окраски, появление неприятных запахов и привкусов и т.п.;
- изменение химического состава воды, в частности появления в ней вредных веществ;
- плавающие на поверхности воды вещества и отложения на дне;
- сокращение в воде количества растворенного кислорода вследствие расхода его на окисление поступающих в водоем органических загрязняющих веществ;
- появление новых бактерий и других микроорганизмов, в том числе и болезнетворных.

Загрязнение природных вод приводит к тому, что они оказываются непригодными для питья, купания, водного спорта, а иногда и для технических нужд. Особенно пагубно оно влияет на рыб, водоплавающих птиц, животных и другие организмы, которые заболевают и гибнут в значительных количествах.

Наиболее вредное воздействие на поверхностные и подземные воды оказывает нефть и ее производные. Они не только образуют на поверхности воды пленку, но и отложения на дне. Даже незначительное содержание нефти (0,2-0,4 мг/л) сопровождается появлением специфического запаха, который не исчезает после хлорирования и фильтрования воды. Присутствие нефтепродуктов особенно негативно влияет на рыб, вызывая массовое заболевание и гибель. Содержание нефти в воде выше 0,1 мг/л придает мясу рыб неустранимый ни при каких технологических обработках привкус и специфический запах.

Большую опасность представляют фенольные соединения, содержащиеся в сточных водах различных предприятий. Обладая сильными антисептическими свойствами, фенольные воды нарушают биологические процессы в воде, придавая ей резкий, неприятный запах и ухудшая условия воспроизводства рыбы.

В последние годы отмечается загрязнение воды синтетическими поверхностно-активными веществами (СПАВ), которые содержатся в сточных водах некоторых производств. Влияние СПАВ проявляется в увеличении в воде привкусов и запахов, образовании стойких скоплений пены и ухудшении биохимической способности воды. Уже при небольших концентрациях СПАВ в воде прекращается рост водорослей и другой растительности.

Выпуск теплых вод от различных энергетических установок вызывает интенсификацию испарений и сопровождается увеличением минерализации. Одновременно происходит накопление органического вещества с последующим его разложением. Следствием этих процессов является уменьшение растворенного кислорода в воде, что отрицательно сказывается на растительных и живых организмах.

Значительный ущерб водотокам причиняет молевой сплав леса и древесные отходы в виде опилок, коры. Помимо непосредственного повреждения рыб и нерестилищ бревнами, сучьями и ветками происходит выделение смолы и других вредных веществ. Эти продукты медленно разлагаются в воде, поглощая кислород и вызывая гибель рыб и их икринок.

Наибольшую опасность для природных вод, здоровья людей, животных и рыб представляют различные радиоактивные отходы. В организмах рыб, животных и растений происходят процессы биологической концентрации радиоактивных веществ. Мелкие организмы, содержащие эти вещества в небольших дозах, поглощаются более крупными, в которых возникают уже опасные концентрации. Именно поэтому отдельные пресноводные рыбы в несколько тысяч раз радиоактивнее водной среды, в которой они обитают.

Большую опасность представляет загрязненность воды ртутью. Из 9000 т ртути, ежегодно производимой в мире, 5000 т впоследствии оказывается в океане.

Очень велико загрязнение воды и другими веществами. Проблема чистой воды для современной цивилизации стала проблемой выживания.

Самоочищение воды.

Открытые водоемы почти непрерывно подвергаются разнообразным загрязнениям. Однако в крупных водоемах (реки, озера и др.) резкого ухудшения качества воды не наблюдается. Это объясняется тем, что вода в них под влиянием различных физико-химических и биологических процессов обладает способностью самоочищаться от взвешенных частиц, органических веществ, микроорганизмов и других загрязнений.

Процесс самоочищения водоемов протекает под влиянием разнообразных факторов, которые действуют одновременно в различных сочетаниях.

К числу таких факторов следует отнести: гидрологические – разбавление и смешивание попавших загрязнений с основной массой воды, механические – осаждение взвешенных частиц; физические – влияние солнечной радиации и температуры; биологические – сложные процессы взаимодействия водных растительных организмов с составными частями поступающих стоков; химические – превращение органических веществ в минеральные (минерализация).

При поступлении сточных вод в водоем происходит смешивание стоков с водой водоема, и концентрация загрязнений снижается. Кроме того, взвешенные минеральные и органические частицы, яйца гельминтов и микроорганизмы частично осаждаются, вода осветляется и становится прозрачной.

В процессе самоочищения происходит отмирание сапрофитов и патогенных микроорганизмов. Они погибают в результате: обеднения воды питательными веществами, бактерицидного действия ультрафиолетовых лучей солнца, которые проникают в толщу воды более чем на 1 м, влияния бактериофагов и антибиотических веществ, выделяемых сапрофитами, неблагоприятных температурных условий, антагонистического воздействия водных организмов и др. факторов. Процессы самоочищения воды протекают более интенсивно в теплое время года, а также в проточных водоемах – реках. Существенное значение в процессах самоочищения воды имеют так называемые сапрофитная микрофлора и водные организмы. Некоторые представители микрофлоры водоемов обладают антагонистическими свойствами к патогенным микроорганизмам, что приводит к гибели этих микробов.

Простейшие водные организмы, а также зоопланктон (рачки, коловратки и др.), пропуская воду через свой кишечник, уничтожают огромное количество бактерий. Бактериофаги, попавшие в водоем, также оказывают воздействие на болезнетворные организмы.

Одним из важных процессов самоочищения воды является минерализация органических веществ, то есть происходит образование минеральных веществ из органических под воздействием биологических, химических и др. факторов. При минерализации наблюдается в целом обеднение воды органическими веществами, наряду с этим и органическое вещество также сможет окисляться – часть бактерий гибнет; кроме того, минеральные вещества могут выпадать в осадок или находиться в истинных растворах, а органические вещества - в воде растворены в коллоидном состоянии, то есть придают воде мутность.

Процесс минерализации (разложения, окисления) органических веществ в воде можно представить следующим образом: белковые вещества расщепляются на более простые азотсодержащие вещества (альбумозы, пептоны и др.), а они еще на более простые (аминокислоты и др.) и остаются в виде различных остатков органических кислот и аммонийных соединений. Первым минеральным продуктом окисления азотсодержащих органических веществ является аммонийный ион или аммиак. Наличие последних в высоких концентрациях, при отсутствии нитритов и нитратов, указывает на свежесть загрязнения. Аммиак (азот аммония) как правило, при наличии окислителей переходит в нитриты, но эти соединения очень нестойки и при нали-

чии кислорода окисляются до нитратов. Нитраты являются как бы конечным веществом при минерализации органических азотсодержащих продуктов.

Окисление жиров, клетчатки, углеводов в основном идет в воде с интенсивным образованием двуокиси углерода и воды.

Хорошая аэрация воды – обогащение воды кислородом – обеспечивает активизацию окислительных, биологических и других процессов, способствует очищению воды.

Скорость самоочищения воды зависит от многих условий: количества загрязнений, поступивших в водоем; глубины его и скорости течения воды; температуры воды; наличия растворенного кислорода в воде; состава микрофауны, флоры и др. Однако следует помнить, что водоем обладает определенной способностью к самоочищению от загрязнений. Подобная способность водоемов не безгранична, наоборот она очень ограничена.

Соединения свинца, меди, цинка, ртути, которые попадают в водоемы со стоками, оказывают токсическое воздействие на организм животных, а также способствуют замедлению процессов самоочищения воды и ухудшают ее органолептические свойства.

В небольших водоемах при незначительном количестве загрязнителей белкового характера в воде могут накапливаться промежуточные вещества из распада (в частности, сероводород, нитриты, диамины и др.), обладающие высокой токсичностью.

Самоочищение подземных вод происходит благодаря фильтрации через почву и за счет процесса минерализации, в результате вода полностью освобождается от органических загрязнений и микроорганизмов.

Паспортизация водисточников и их санитарная охрана.

Для характеристики количества и качества воды в водисточниках составляют санитарный паспорт. В этом документе отражают санитарное состояние водисточника, результаты повторных исследований, химический состав и бактериологические показатели воды, сведения обо всех случаях возникновения у животных заболеваний, особенно связанных с водой.

Санитарный паспорт составляют на основе обследования источника воды на месте, при этом выясняют эпизоотологические, топографические и технические условия. С помощью санитарно-

топографического обследования водоема устанавливают происхождение и тип источника, его размеры и глубину, характер почвы и глубоких подпочвенных слоев грунта, делают топографическую съемку местности, изучают территорию вокруг источника. Выясняют также наличие объектов, которые могут загрязнять почву и источник, и осматривают водозаборные устройства и оборудование.

Экологический надзор водоисточников включает: наблюдение за его ветеринарно-санитарным состоянием и организацию охраны с целью предупреждения возможных загрязнений воды органическими и прочими отбросами и нечистотами; организацию лабораторного контроля качества воды и учет постоянства ее качества в зависимости от сезонов года и почвенных условий; установление взаимосвязи между доброкачественностью питьевой воды и заболеваниями человека и животных.

Проблема защиты природных вод в большинстве случаев связана с предупреждением их загрязнения сточными водами коммунальных, промышленных и животноводческих предприятий.

Согласно существующих положений, независимо от результатов анализа воды, к использованию допускаются только такие водные источники, которые могут быть обеспечены или уже имеют зону санитарной охраны (ЗСО).

Под ЗСО понимают территорию вокруг источников водоснабжения и водопроводных сооружений, на которой должен соблюдаться специально установленный режим. Цель организации ЗСО в том, чтобы обеспечить охрану водоисточников, водопроводных сооружений и окружающей их территории от загрязнения.

Необходимо создавать ЗСО в первую очередь около поверхностных водоисточников, которые легко доступны загрязнению. Это мероприятие имеет очень важное значение и в отношении санитарной охраны подземных водоисточников, так как при отсутствии ЗСО они также могут подвергаться загрязнению.

Рациональное, комплексное использование водных ресурсов, охрана вод от загрязнений, засорения и истощения, предупреждений и ликвидации вредного воздействия вод имеет государственное значение и обеспечивается государственной службой контроля.

Все предприятия, организации и граждане, пользующиеся водными объектами, обязаны соблюдать установленные планы, правила, нормы и режим водопользования. Орошение сельскохозяйственных

земель сточными водами разрешается органами по регулированию использования и охраны вод по согласованию с органами, осуществляющими государственный и ветеринарный надзор.

При сбросе сточных вод в черте населенного пункта первым пунктом водопользования является данный населенный пункт, в этих случаях требования, предъявляемые к составу и свойствам воды водоема или водотока, должны относиться к самим сточным водам.

Состав и свойства водного объекта в пунктах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования не должны превышать установленные нормативы.

Стандартизация и нормативы качества воды

Вода по своему составу и качеству должна отвечать требованиям действующего ГОСТа "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль качества".

Требования ГОСТа, обеспечивающие безопасность воды в эпидемическом и эпизоотическом отношениях, основываются на косвенных показателях – количестве сапрофитов в 1 мл воды и индексе бактерий группы кишечной палочки (табл.1.).

Таблица 1.

Нормативы бактериальной чистоты питьевой воды

Показатель	Норматив
Число микроорганизмов в 1 мл воды	Не более 100
Число бактерий группы кишечной палочки в 1 мл воды (коли-индекс)	Не более 3

Необходимость использования косвенных показателей обусловлена низкой концентрацией патогенных энтеробактерий, а также трудностью культивирования их на искусственных питательных средах, при которых не обеспечивается достоверность отрицательного результата прямого метода их выявления. Правомерность же выводов на основании косвенных показателей бактериологического состава воды подтверждена как экспериментально, так и в производственных условиях.

Существующие показатели безвредности химического состава воды включают нормы для веществ: встречающихся в природных во-

дах; добавляемых к воде в процессе ее обработки в виде реагентов; появляющихся в результате промышленного и сельскохозяйственного загрязнения водисточников. При этом одна группа показателей призвана обеспечить безопасность воды в токсикологическом отношении, другая – не допустить нарушения органолептических свойств воды (табл.).

Перечисленными нормативами регламентация химического состава воды не ограничивается. Специальным пунктом стандарта установлено, что содержание в воде химических элементов, поступающих в водоем с промышленными, сельскохозяйственным и бытовыми загрязнениями, нормируются в пределах, указанных в списке предельно допустимых концентраций химических веществ в воде водных объектов. Список утверждается органами здравоохранения страны и включает в настоящее время нормативы более чем для 800 соединений.

Вода, используемая для рециркуляции не должна содержать токсических веществ. В ней должны отсутствовать возбудители инфекционных, инвазионных и вирусных заболеваний, то есть вода должна быть безопасной для животных и человека.

Улучшение качества воды.

Способы улучшения природной воды зависят от ее свойств и требований, которые предъявляются к качеству воды. Они проводятся, прежде всего, за счет улучшения качества и обеззараживания воды.

Очистка воды направлена на улучшение ее органолептических, физических, несколько меньше химических и еще меньше биологических (наличие микроорганизмов) свойств.

Для очистки воды должны оборудоваться соответствующие сооружения. Очистка воды включает проведение осветления и обесцвечивания с помощью коагуляции, отстаивания и фильтрации.

Коагулирование – процесс укрупнения мельчайших коллоидных частиц, происходящих под действием сил молекулярного сцепления. В результате коагуляции образуются хлопья. Различают два вида коагуляции в свободном объеме (в камерах) толщи зернистого материала или в массе взвешенного осадка (контактную). Коагулирование воды при ее осветлении и обесцвечивании осуществляют для интенсификации процессов осаждения и фильтрования. При этом из воды выделяют не только диспергированные примеси, но и вещества, находящиеся в коллоидном состоянии. В качестве коагулянта обычно приме-

няют сернокислый алюминий, а также используют неочищенный глинозем, который содержит 33%-ный безводный сульфат алюминия. В настоящее время отечественная промышленность стала выпускать очищенный глинозем, содержащий не более 1% нерастворимый примесей (неочищенный имеет до 23% примесей). В качестве коагулянта используется также оксихлорид алюминия ($[Al_2(OH)_3]Cl \cdot 6H_2O$) и алюминат натрия ($NaAlO_2$), при коагулировании которыми рН воды практически не изменяется, что очень важно по технологическим соображениям.

Доза коагулянта может быть различной и зависит от рН воды, наличия бикарбонатов, гуминовых веществ, характера взвеси, мутности, цветности и колеблется от 30 до 200-300 мг на 1 л воды. Коагулянт добавляют в воду в виде порошка или 2-5%-ного водного раствора.

Для ускорения процесса коагуляции мягкую воду, которая содержит мало бикарбонатов кальция и магния, следует подщелачивать гашеной известью $Ca(OH)_2$ или содой. Для этого также применяют высокомолекулярные вещества – флокулянты. Так, препарат полиакриламид (ПАА) в дозе 0,5-1,0 мг на 1 л воды ускоряет процесс коагуляции и позволяет экономить коагулянт.

Отстаивание – осветление воды путем осаждения находящихся в ней взвешенных примесей. Когда вода находится в покое или движется с небольшой скоростью, примеси под действием силы тяжести выпадают в осадок.

Для осаждения взвеси отстаиваемую воду пропускают с малой скоростью через специальные отстойники. Скорость движения воды зависит от формы взвешенных частиц, их размеров, плотности, шероховатости частиц и температуры воды.

Отстойники могут быть естественными (озера) и искусственными (горизонтальными, вертикальными и радиальными).

Горизонтальные отстойники представляют собой прямоугольные железобетонные резервуары, в которых вода движется в горизонтальном направлении от одного торца к другому.

Вертикальные отстойники представляют собой круглые или квадратные железобетонные резервуары, в которых вода движется снизу вверх. Осаждение взвеси происходит при восходящем потоке воды. Осадок из вертикальных отстойников удаляют, не выключая их из работы.

Радиальный отстойник – круглый железобетонный неглубокий резервуар. В радиальных отстойниках скорость движения воды изменяется от максимальной в их центре до минимальной у периферии, так как движение воды в них осуществляется от центра к периферии. При этом вода проходит через специальные распределительные устройства и движется в радиальном направлении к периферийному сборному желобу, из которого отводится по трубам. Осадок при помощи вращающейся фермы со скребками сгребают к приемку в центре отстойника, откуда его удаляют по трубе для сброса.

Осветление воды проводят в специальных сооружениях – осветлителях различного типа.

После коагуляции, отстаивания, осветления в воде могут оставаться мелкие хлопья, не осевшие в отстойниках, и мелкие частицы, взвешенные в воде. Для дальнейшей очистки воды применяют фильтрацию, которую осуществляют в специальных установках-фильтрах через фильтрующий материал (песок).

По скорости фильтрования фильтры делят на медленные (0,1-0,3 м³/ч), скорые (5-12 м³/ч) и сверхскорые (36-100 м³/ч); по давлению, под которым они работают – на безнапорные (открытые) и напорные; по крупности фильтрующего материала – на мелкозернистые, среднезернистые и крупнозернистые; по количеству фильтрующих слоев – на однослойные, двухслойные и многослойные.

В большинстве случаев фильтрование сочетается с другими методами очистки воды. Обычно через фильтры пропускают воду, прошедшую коагулирование, отстойники или осветлители. Фильтры применяют также для осветления воды при ее реагентном умягчении или при удалении железа. В некоторых случаях фильтры используют для осветления некоагулированной или неотстояной коагулированной воды.

В процессе фильтрации на поверхности фильтра образуется так называемая биологическая пленка, состоящая из мелких частиц, взвешенных в фильтрующей воде планктона и бактерий. Благодаря этому на поверхности фильтра задерживается мелкая взвесь, за счет чего значительно повышается полнота фильтрации.

С течением времени биологическая пленка уплотняется и увеличивает сопротивление фильтра. Поэтому периодически проводят очистку медленных фильтров. Для этого один раз в 1,5-2 месяца вручную (скребками) снимают 2-3 см верхнего слоя песка и на некоторое

время фильтр выключают из работы, затем после образования новой пленки начинают фильтрат направлять в сборники для чистой воды.

Установлена роль отдельных элементов в водообработке в освобождении воды от вирусов. Большая часть вирусов адсорбирована на частицах, первично взвешенных в воде, на хлопьях, образовавшихся в результате реакции этих частиц с коагулянтом. При осаждении хлопьев в эксперименте удавалось удалить из воды до 99,9% вирусов; в условиях эксплуатации водопроводных станций этот процент составил 90-95%. Удаление вирусов из воды происходит параллельно устранению мутности. Следовательно, процессы осветления воды обеспечивают существенное снижение содержания в ней бактерий и вирусов, что позволяет значительно повысить эффективность заключительного обеззараживания.

Таким образом, мутность приобретает значение косвенного показателя степени освобождения воды от вирусов.

После отстаивания, коагуляции и фильтрования вода становится прозрачной, бесцветной, освобождается от яиц гельминтов и на 20-25% от содержащихся в ней микробов. Поэтому питьевую воду, которая представляет опасность, как источник инфекции, необходимо обеззаразить.

Обеззараживание воды можно проводить одним из четырех методов: термическим, химическим, олигодинамией (воздействие ионов благородных металлов), физическим (ультразвук, радиоактивное облучение, ультрафиолетовые лучи). Наиболее широко в качестве обеззараживающих средств применяют окислители: хлор, озон, гипохлорид натрия.

Хлорирование воды на крупных водопроводных станциях проводят жидким (газообразным) хлором, а на малых – хлорной известью. Под действием хлора большинство микроорганизмов, находящихся в воде, погибают. Газообразный хлор на станции поступает в специальных стальных баллонах под давлением до 0,8 Мпа. Из баллонов хлор подается в хлораторы, в которых осуществляется смешивание его с некоторым количеством воды. Полученная «хлорная вода» поступает для обработки питьевой воды.

При использовании хлорной извести для обеззараживания воды необходимо учитывать содержание в ней активного хлора (оно должно быть не менее 25%). Раствор хлорной извести применяют 1-

2%-ной концентрации, время контакта воды и раствора должно составлять не менее 45-60 мин.

Надежность обеззараживания воды достигается и количеством вводимого раствора хлорной извести. Для этого в начале определяют хлорпотребность воды. В большинстве случаев достаточно 1-3 мг хлора на 1 л.

В воде, используемой для поения животных, остаточного свободного хлора должно быть не менее 0,3 мг и не более 0,5 мг на 1 л.

Коли-титр в хлорированной воде должен быть не менее 300. Если хлорирование воды проведено большими дозами хлорной извести, то для уничтожения ее излишков (о чем свидетельствует явный запах хлора) необходимо дехлорировать воду 0,5%-ным раствором тиосульфата натрия (гипосульфит) или сернокислым натрием.

Хлорирование воды в колодцах можно производить с помощью дозирующих патронов, изготовленных из пористой керамики. Емкость патрона 0,25, 0,5 и 1 л. Внутри патрона помещают соответственно 150, 300 и 600 г хлорной извести и добавляют 100-300 мл воды. Содержимое патрона перемешивают до образования однородной кашицы, закрывают пробкой и погружают на проволоке в воду на расстоянии 20-50 см от дна. Длительность действия патрона составляет 20-30 суток. Патрон используют многократно.

Кипячение является простым и надежным способом обеззараживания больших объемов воды.

В практике хозяйственно-питьевого водоснабжения прибегают к специальным методам обработки воды с целью коррекции ее солевого состава. Наиболее распространены обезжелезивание, фторирование и дефторирование воды. Как правило, указанные методы применяют при использовании подземных источников водоснабжения. Однако обезжелезивание бывает необходимым и для поверхностных водоисточников при питании из болот, а установки для опреснения позволяют использовать морскую воду.

Контроль и управление качеством воды и водных объектов

Контроль и управление качеством воды в настоящее время рассматривается в качестве санитарной охраны водоемов вследствие исключительной значимости воды как элемента окружающей среды. С экологических позиций значение воды двойко: во-первых, она является

главной «образующей» средой для водных, а во-вторых, играет решающую роль в жизни любых наземных биогеоценозов. В отличие от атмосферы вода как природное тело более локализовано в пространстве, что существенно сказывается на результативности ее загрязнения с точки зрения влияния на здоровье человека.

В задачи специалиста сельского хозяйства охрана водных ресурсов непосредственно не входит. Однако рациональное и бережное использование, а также предотвращение загрязнения воды промышленными стоками – его прямая обязанность.

Важнейшей задачей в условиях промышленного развития и временной неизбежности отведения (или попадания) отходов в водные биогеоценозы является установление допустимых нагрузок на водные объекты в результате водопользования и водопотребления.

Степень предельно допустимого загрязнения воды в водном объекте, определяемая его физическими способностями, а также способностью к нейтрализации примесей, рассматривается как предельно допустимая нагрузка на данный водный объект (ПДН).

Критерием загрязненности воды служит ухудшение ее качества вследствие изменения ее органолептических свойств и появление вредных веществ для человека, животных, птиц, рыб, кормовых и промысловых организмов (в зависимости от вида водопользования), а также повышение температуры воды, изменяющей условия для нормальной жизнедеятельности водных организмов. Это положение косвенно учитывает тот факт, что водные объекты представляют собой сложные биогеоценозы, но содержит ряд неточностей, которые экологически грамотный специалист обязан понимать. Во-первых, нельзя говорить «для животных, птиц, рыб», ибо и птицы, и рыбы, и зоопланктон – все это животные. Во-вторых, неверно считать критерием загрязненности «повышение температуры воды», поскольку условия могут ухудшиться и при понижении температуры, вызываемом, например, изменением процессов таяния снега и льда. Правильно говорить об «изменении температурного режима воды».

Водоохранными мероприятиями называют комплекс мероприятий, осуществление которого обеспечивает соблюдение норм качества воды в местах водопользования. Это положение также неправомерно с позиций экологии и охраны окружающей среды, ибо охрана только в местах водопользования недостаточна.

Различают четыре основных аспекта водоохранных мероприятий: юридический, экономический, технический и организационный. Однако фактически их не четыре, а пять, поскольку наиболее важный аспект – экологический.

Проблема дефицита питьевой воды

Возможность получения пресной воды была одним из главных условий (или предпосылок) зарождения цивилизации, существования людей и развития любых производств. Для своих поселений человек издревле выбирал места вблизи водотоков. Посмотрите на карту мира. Все крупные города (да и большинство малых) основаны вблизи непосредственной близости водных источников – рек. Пути расселения человека по Земле также оказались путями воды. Заселение материков начиналось от рек. Вода с древнейших времен стала важнейшим и самым дешевым транспортным путем.

Древнейшие культуры начинали развиваться как водные цивилизации. Около 3-4 тысячелетий назад в плодородном междуречье Тигра и Евфрата неведомые нам люди начинали сеять зерно. Именно это место считается одним из древнейших очагов цивилизации на планете. Здесь развивались государства Ассирия, Вавилония, Шумер. Уже тогда наши предки осознали: вода – это жизнь. Точно так же на жирных насосных почвах, образованных Индом и его протоками, выросла древняя индийская культура, а возникновение китайского земледелия принято связывать с рекой Вэйхэ – притоком Хуанхэ в Северном Китае.

Африка, где недостаток воды сказывается особенно сильно, также дала миру древнюю цивилизацию – египетскую. По берегам Нила возник созданный человеком оазис. Зеленая извилистая кромка вдоль берегов реки, окруженная пустыней, – вот то место, упоминание о котором связывается у нас с именами египетских фараонов. В высшей степени практичные египтяне начали ежегодно отмечать высоту паводка на Ниле за 3 тыс. лет до нашей эры. С научной точки зрения сами паводки египтян не интересовали, но высота воды показала, какая площадь будет затоплена, а это давало возможность определить величину налогов с урожая. В жизни древних египтян Нил играл настолько большую роль, что деление года на периоды проводилось ими с учетом состояния реки. Год начинался среди лета, когда разливалась река. Он делился на три сезона: сезон наводнения, сезон роста и сезон уборки урожая при самой низкой воде.

Человечеству для жизни нужна не просто вода, не любая вода, а вода пресная и определенного качества. А ее очень и очень мало. Установлено, что из каждых 100 л воды на Земле 97 л имеют соленый вкус. Современные исследования показали, что суммарные запасы всех видов пресных вод суши – рек, озер, подземных и снежно-ледниковых ресурсов не превышают 2,5% от общего количества воды на Земле. Запас воды в реках и озерах оценивается цифрой в 95000 км³, т.е. всего 0,26% от суммарных ресурсов пресных вод, или 0,007% от общих запасов воды на Земле.

Недостаток воды и ее плохое качество напрямую влияют на здоровье людей и животных. Некоторые наиболее опасные заболевания встречаются именно в местах, где весьма затруднен доступ к источникам чистой воды.

Проблема питьевой воды связана с проблемой использования ее для получения продуктов питания. Сельское хозяйство требует больших водных затрат. А если приплюсовать сюда такого потребителя воды, как промышленность, то становится понятным, почему медленно, но верно запасы пресных вод на планете иссякают. Если в начале века промышленность потребляла всего 30 км³ воды в год, то к 1975 г. водопотребление возросло до 630 км³, и, по прогнозам, в 2015 г. оно достигает 2750 км³ в год.

Насколько велики потребности в воде в промышленности и сельском хозяйстве, можно судить по следующим цифрам. Для производства сахара из 1 т сахарной свеклы требуется 0,5-6 м³ воды, 1 т бумаги – 1,5-60 м³, 100 л пива – 5-21 м³, для дубления 1 т сырой кожи – 20-50 м³; для выработки 1 т пряжи – до 200 м³, 1 т капронового волокна – 5600 м³, 1 т стали – 25 тыс.л., для выпуска одного автомобиля – 300 тыс.л., для орошения 1 га хлопка – 5-6 тыс. м³, 1 га риса – 15-20 тыс. м³.

Растущие города требуют свою долю живительной влаги. Для обеспечения потребности в воде современного города с миллионным населением требуется, по крайней мере, 0,5 млн. м³ воды в сутки из расчета 0,5 м³ на человека. Обычно город сталкивается с триединой водной проблемой: снабжение водой, отвод сточных вод и пополнение запасов воды. Уже сейчас из-за загрязнения природных вод многие города вынуждены пополнять водные запасы из источников, находящихся на большом удалении от них, либо бурить глубокие водозаборные скважины. Все это требует затраты огромных средств.

Если учесть все сказанное, можно прийти к довольно печальному выводу. В первой четверти будущего века водные ресурсы на нашей планете будут практически близки к исчерпанию. В отдельных же странах, регионах и речных бассейнах источники воды могут быть исчерпаны значительно раньше. Поэтому решение водной проблемы должно вестись по трем главным направлениям: ограничение эксплуатации подземных запасов вод, экономия воды путем более эффективной ее доставки и регламентирования потребления, а также возрождение некогда чистых, а теперь загрязненных естественных водоемов.

Водные источники и ресурсы Беларуси

В 2005 г. по отношению к 2000 г. объем использования свежей воды с учетом роста ВВП увеличится на 7-8%. Процент ее экономии вследствие внедрения в промышленности систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения ожидается на уровне 90-93%, а общий объем в этих системах будет приближаться к 80-83% от полного водопотребления страны.

Прогнозируется, что к 2005 г. увеличится объем сброса сточных вод в поверхностные источники на 9-10% (1415-1420 млн. м³) за счет стоков, отнесенных к категории нормативно очищенных и недостаточно очищенных. Объем сброса сточных вод, отнесенных к категории загрязненных, уменьшится в 5 раз (в 2000 г. – 25 млн. м³, в 2005 г. – 4,8). Однако проблема охраны вод будет оставаться острой, так как величина загрязнений водных ресурсов зависит не только от сосредоточенных, но и от рассредоточенных источников загрязнения. Поступление в водные источники загрязняющих веществ вследствие смыва удобрений с полей, стоков животноводческих комплексов, поверхностного стока урбанизированных территорий, транспортных магистралей, а также вследствие загрязненности выпадающих осадков сопоставимо, а в отдельных случаях превышает нагрузку от сбросов коммунально-бытовых и производственных сточных вод.

Речная сеть Беларуси хорошо развита. Средняя густота ее составляет 25 км на 100 км². На территории Беларуси 20,8 тыс. рек и речушек. Их общая длина – 90,6 тыс. км. Однако свыше 90% их количества – это водотоки, длина которых не превышает 10 км (так называемые малые реки). К числу крупных относятся такие речные артерии, как Западная Двина, Неман, Западный Буг, Виляя, Днепр, Сож, Припять. Максимальная густота речной сети отмечается на севере Белару-

си – в бассейне западной Двины. В условиях пересеченного рельефа (более 45 км на 100 км²), минимальная – на юге республики в бассейнах Буга и Припяти.

В Беларуси насчитывается свыше десяти тысяч озер (10800). Среди них – озеро Нарочь (80 км²), Освейское (58 км²), Дрисвяты (45 км²), Червоное (40 км²), Дривяты (38 км²). Большинство озер расположено в северной части Беларуси – в Белорусском Поозерье. Озера здесь образовались в ледниковый период. Движущиеся огромные ледниковые глыбы выпахивали перед собой углубления, которые после таяния ледника заполнялись водой.

Озера Беларуси играют огромную роль в удовлетворении промышленных и бытовых нужд. Запасы содержащейся в них пресной воды идут в непосредственное использование человеком. Озера являются средоточием рыбных богатств и скоплениями такого ценного сырья, как сапропеля.

В Беларуси, на первый взгляд, с питьевой водой дело обстоит не так уж плохо. На каждого жителя республики (учитывая всю пресную воду) приходится 20 м³ пресной воды в сутки. Однако беда в том, что в большинстве своем эта вода загрязнена.

Давление антропогенного пресса сказалось и на состоянии водных ресурсов Беларуси. Белорусская вода содержит нефтепродукты, аммонийный и нитратный азот, фенолы, органические и биогенные вещества, соли тяжелых металлов. Минерализация воды крупных белорусских рек, таких как Неман, Днепр, Припять, возросла за последние 15 лет на 20%. В каждом пятом колодце вода превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) по многим микробиологическим показателям и содержанию ядохимикатов. Повсеместно наблюдается значительное увеличение в воде концентрации минерального азота, фосфора, нитратов, меди, цинка, хрома, формальдегида, нефтепродуктов. Список можно было бы продолжить. Такое положение сложилось при обстоятельствах всем хорошо известных. Это, прежде всего, отсутствие очистных сооружений на промышленных предприятиях, чрезмерная химизация сельскохозяйственного производства, поступление сточных вод из городов. И хотя статистика показывает, что в последние годы качественный состав вод некоторых рек стал улучшаться (уменьшается содержание соединений азота, нефтепродуктов), оснований для оптимизма пока нет. Такое видимое «улучшение» следует расценивать в первую очередь как следствие повсеместного спада

промышленного производства. В тоже время в наиболее эксплуатируемых транспортных водных артериях состояние воды не улучшается.

Серьезные экологические нарушения связаны с деятельностью животноводческих комплексов, где технологии основаны на бесподстилочном выращивании животных и смыве нечистот водой. Многие комплексы размещены в близости от водотоков, что приводит к загрязнению водной системы.

Многие крупные и средние реки по комплексной оценке отнесены к классу загрязненных. Наиболее загрязненной на территории республики является река Свислочь ниже г.Минска (ниже выпуска сточных вод Минской станции аэрации). По данным Госкомэкологии, в реку в 1992 г. ежесуточно сбрасывалось 705 тыс.м³ сточных вод.

По состоянию на 2000 г. к классу загрязненных отнесены следующие участки рек Беларуси («Состояние природной среды Беларуси»): р. Свислочь (г. Минск), р. Мухавец (г. Кобрин), р. Мухавец (г.п. Жабинка), р. Мухавец (г. Брест), р. Рыга (с. М.Радваничи), р. Лесная (г. Каменец), р. Лесная правая (г. Каменюки), р. Ясельда (г. Береза), р. Уза (г. Гомель), р. Днепр (г. Могилев), р. Улла (г.п. Чашники), водохранилище Лошица (г. Минск).

Такому же антропогенному загрязнению подвергаются и наши голубые озерные жемчужины. В Заславльском водохранилище зарегистрировано повышенное содержание меди, фенолов, нефтепродуктов, аммонийного и нитритного азота. Увеличилось содержание этих загрязнителей в Лукомльском озере, куда сбрасываются воды местной ГРЭС.

Таблица 2.

Состояние водных объектов в местах водопользования населения

Наименование	Количество постоянных створов	Водоем
		Удельный вес по гигиеническим нормам По сан.-хим. показателям

областей	1999	2000	1999	2000
г. Минск	29	32	65,4	44,0
Брестская	117	143	27,0	21,2
Витебская	127	127	9,6	15,7
Гомельская	95	95	44,6	39,9
Гродненская	219	221	25,5	29,8
Минская	107	106	10,8	15,0
Могилевская	70	71	11,9	26,4
РБ	764	795	24,0	25,2

Не исключение здесь и знаменитое озеро Нарочь, где отмечено повышение концентраций аммонийного азота, меди, нефтепродуктов. Из-за чрезмерной концентрации в озерах биофильных элементов в них идут процессы эвтрофикации – повышения биологической продуктивности водных обитателей под действием антропогенных факторов. Разрастаются колонии цианобактерий («цветение воды»), и в связи с этим уменьшается количество доступного кислорода. В результате происходит крупномасштабное заглееие озер и уменьшение поголовья рыбного племени.

8. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Существование воздушной среды является необходимым условием поддержания жизни на земном шаре. Без воздуха немислимо сколько-нибудь продолжительное сохранение жизненных функций организма. Воздушная среда не только необходима для дыхания человека, животных и растений, она является также резервуаром, принимающим газообразные продукты их обмена веществ. Воздушная среда позволяет человеку и животным ориентироваться в окружающей обстановке, воспринимать органами чувств различные сигналы, чтобы судить о состоянии окружающей среды. Воздушная среда оказывает существенное влияние на многие энергетические, геологические и гидрологические процессы, происходящие на поверхности земли. Состояние воздушной среды в значительной степени определяет количество и качество солнечной радиации у поверхности земли. Атмосфера является местом образования осадков, которые наряду с ветрами способствуют механическому разрушению горных пород. Кроме того, атмосфера служит одним из факторов климатообразования. Через воздушную среду совершаются процессы теплообмена организма с внешней средой. Атмосфера является источником некоторых видов сырья, запасы которого практически неисчерпаемы: из воздуха добывают азот, кислород, аргон и гелий. Резкие изменения физических и химических свойств воздушной среды, загрязнение токсическими веществами и патогенными микроорганизмами могут способствовать развитию в организме неблагоприятных процессов, нарушающих здоровье и снижающих работоспособность. Потому перед специалистами сельского хозяйства стоит задача обоснования мероприятий по оздоровлению воздушной среды с целью защиты организмов от изменений, связанных с ее неблагоприятным состоянием.

Земля окружена газовой оболочкой (атмосферой), строение которой различно и определяется удаленностью от её поверхности. В состав атмосферы входят следующие слои: тропосфера, стратосфера, мезосфера, ионосфера, экзосфера и магнитосфера. Наиболее плотные воздушные слои, прилегающие к земной поверхности, называются тропосферой. Толщина тропосферы над различными широтами земного шара и в различные времена года неодинакова: в средних широтах

она составляет 10-12 км над уровнем моря, на полюсах – от 7 до 10 км и над экватором – от 16 до 18 км.

Тропосфера отделена тонким слоем – тропопаузой – от холодной стратосферы, которая переходит на высотах около 40 км в мезосферу. Мезосфера содержит около 5% всей атмосферы.

Выше мезосферы находится ионосфера, границы которой подвержены колебаниям в зависимости от времени суток и времени года. Верхняя граница ионосферы колеблется от 500 до 1000 км. В ионосфере воздух сильно ионизирован, причем степень ионизации воздушных масс и температура увеличиваются с высотой.

Слой атмосферы, лежащий выше ионосферы, называется экзосферой. Нижняя граница ее изменяется в зависимости от времени суток, времени года и широты и находится на расстоянии 500-1000 км от поверхности земли. В экзосфере газовые частицы в своем беге практически не сталкиваются друг с другом.

Еще сильнее разреженность в магнитосфере, для газа здесь высокая степень ионизации.

Физическое состояние атмосферы в данной местности в течение короткого периода времени называется погодой. Погода характеризуется определенным комплексом метеорологических факторов: интенсивностью солнечной инсоляции, электрическим состоянием атмосферы, температурой, влажностью, давлением воздуха, скоростью и направлением ветра, наличием атмосферных осадков.

Источники загрязнения атмосферного воздуха

Концентрация дымовых газов в атмосфере при неблагоприятных метеорологических условиях возрастает и приводит к образованию густых токсических туманов. Известны катастрофические случаи скопления токсических веществ, сопровождающиеся тяжелыми заболеваниями и летальными исходами. Так, неоднократно в Лос-Анджелесе, на юге Калифорнии, в Великобритании, Германии и других странах отмечались густые туманы с повышенной концентрацией вредных веществ из смеси пыли и газов – смог. В январе 1956 г. смог, висевший 96 ч над Лондоном, унес около тысячи жизней.

В пылегазовых выбросах промышленности насчитывают около 140 вредных веществ. Многие из них, не имея запаха и цвета, порой невидимы, неосязаемы, не сразу воздействуют на организм. В их

числе всевозможные органические растворители, альдегиды, другие вещества.

Загрязнители воздуха могут вызывать общее недомогание, снижение работоспособности, кашель, головокружение, спазмы голосовых связок, различные заболевания легких, глаз, общее отравление организма, ослабление сопротивляемости заболеваниям.

Промышленные выбросы, выхлопные газы, сажа, копоть, пыль в воздухе крупных городов образуют своего рода дымовые колпаки и ослабляют проникновение ультрафиолетовой части солнечного спектра. Например, в окрестностях Парижа, где нет промышленных предприятий, ультрафиолетовые лучи составляют около 3% излучения, в районах с заводами и фабриками – 0,3%. Недостаток ультрафиолетовых лучей приводит к развитию рахита и авитаминоза у детей.

Отмечаются мутагенное, канцерогенное, аллергенное, атеросклеротическое, эмбриотоксическое воздействие химических веществ на организм человека, вплоть до половой мутации. Установлено, что в районах, в которых интенсивность применения пестицидов выше в 3-4 и в 9 раз, уровень заболевания сердечно-сосудистой системы возрастает в 1,2 и 2,2 раза. Существует прямая достоверная связь между количеством применяемых средств защиты растений и числом случаев заболевания печени и желчевыводящих путей. В будущем прогнозируется значительное увеличение заболеваемости в результате использования пестицидов, и в частности рост спонтанных аборт, бронхитов, бронхиальной астмы, авитаминозов и др. Причина бронхитов, бронхиальной астмы, других легочных заболеваний, сердечно-сосудистых болезней в значительной степени заключается в загрязнении атмосферного воздуха. В последние годы усилились острые респираторные заболевания верхних дыхательных путей (ОРЗ), которые приводят к развитию хронического бронхита.

Вредные примеси в атмосфере задерживают ультрафиолетовые лучи. В крупных городах ослабляется прямое солнечное излучение. Загрязнение атмосферного воздуха ведет к изменению его электрических свойств, ионного состава. Наблюдения, проведенные в ряде штатов США, показали, что во всех обследованных городах дети страдали выраженными приступами единичных и повторных заболеваний легких чаще, чем дети, живущие в районах с более чистым воздухом. Это объясняется вредным влиянием сернистого газа и сульфатов на организм человека. Во всех странах увеличивается количество боль-

ных эмфиземой легких, возрастает число аллергических заболеваний, что связано в основном с промышленными выбросами. Считают, что около 10% человечества подвержено воздействию аллергенов.

Большое распространение получил рак. Это также в значительной степени связано с тем, что атмосферный воздух содержит канцерогенные и мутагенные вещества. Большую опасность представляют полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Отмечается прямая связь между загрязнением атмосферного воздуха канцерогенными углеводородами и степенью развития промышленности, транспорта, величиной городских агломераций. В сельской местности, где воздух чище, заболеваемость раком отмечается реже, чем в городах, особенно крупных. Вероятность заболевания раком легких для горожанина-курильщика в 10 раз выше, чем для некурящего сельского жителя, а загрязнители воздуха в городе, отравляя кровь оксидами углерода, наносят некурящему человеку такой же вред, как выкуривание курильщиком пачки сигарет в день.

Загрязнение атмосферного воздуха ведет также к отравлению и гибели животных, птиц и насекомых. Массовая гибель пчел, овец, крупного рогатого скота и домашней птицы отмечена в ряде стран вследствие выбросов предприятиями фторидов. У животных в случае воздействия повышенных концентраций фтора стареют зубы, что вызывает заболевание органов пищеварения, и кости скелета. При вскрытии павших животных часто выявляют поражения дыхательных путей и эмфизему легких. Загрязнение атмосферы приводит также к снижению плодовитости и продуктивности скота, уменьшению численности насекомых, в том числе пчел, гибели рыбы в водоемах.

Интенсивно загрязняется воздух на животноводческих комплексах, не оборудованных средствами его очистки. Такие комплексы с высокой концентрацией животных в них способствуют резкому повышению содержания в воздухе помещений и вокруг них аммиака, сероводорода и многих других веществ. Установлены зоны влияния комплекса на состояние атмосферного воздуха: свиноводческого на 216 тыс. голов – на 4 км, 54 тыс. голов – 2,15 - 27 тыс. голов – на 1,5 км; предприятий по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота, выращиванию нетелей до 5 тыс. голов – на 500 м, по производству молока на 800 и 1200 голов – 300, по производству говядины на 1200 и 2000 голов – на 500 м.

Валовой выброс загрязнений атмосферного воздуха только из организованных источников (система вентиляции) комплекса крупного рогатого скота на 10 тыс. голов в пересчете на аммиак составляет 57 кг в сутки, а суммарный в пересчете на органическое вещество – более 2000 кг в сутки. Свинокомплекс на 108 тыс. голов выбрасывает ежедневно 28 млрд. микробных тел, около 50 кг сероводорода, более 600 кг пыли от кормов и другие вредные для человека и животных компоненты. Комплекс на 35 тыс. голов крупного рогатого скота или на 108 тыс. свиней обуславливает примерно такое же загрязнение воздуха и воды, как город с населением в 400-500 тыс. человек.

В ветеринарии известны отравление овец и крупного рогатого скота выбросами алюминиевых заводов, содержащими много фторидов. Оседая из воздуха, эти соединения попадают на траву, и пасущийся на ней скот заболевает фтористой кахексией. В Швейцарии вблизи такого завода за 9 лет погибла треть местного скота.

Фториды и арсениды, содержащиеся в промышленных выбросах, вызывают высокую смертность пчел. Мышьяковые отравления – причина образования язв на теле крупного рогатого скота.

В различных странах мира неоднократно отмечалась гибель диких животных, в том числе косуль, оленей, зайцев, фазанов и другой дичи, в результате заражения атмосферы сернистым газом, мышьяком, сурьмой.

Загрязнение воздуха внутри животноводческих помещений аммиаком и высокая концентрация диоксида углерода оказывают вредное влияние и на обслуживающий персонал, и на животных.

Для растений вредны такие загрязнители воздуха, как соединения серы, фтора, оксид углерода, хлор и углеводороды. Они причиняют значительный ущерб сельскохозяйственным и лесным угодьям, садам и паркам, нарушая процесс фотосинтеза, замедляя рост и развитие растений, которые постепенно чахнут и гибнут. Установлено, что даже незначительные дозы сернистого ангидрида отрицательно сказываются на растениях. Из зерновых культур наиболее чувствительны к этому газу ячмень и овес, из овощных – шпинат, капуста, салат, редис. Вследствие загрязнения атмосферы заметно снижается урожайность таких культур, как картофель, сахарная свекла, томат, бобы, табак, арахис, соя, люцерна, виноград, апельсин. У ряда плодовых пород под влиянием загазованности воздуха уменьшаются размеры листьев, отмечается ранний листопад, что в сочетании с нарушением обмена ве-

ществ приводит на следующий год к замедлению роста побегов, формирования плодов, снижению их качества.

Данные научно-исследовательских учреждений свидетельствуют о том, что в зоне действия предприятий цветной металлургии урожай пшеницы снижается на 40-45%, содержание белка в зерне уменьшается на 25-35%, а количество крахмала увеличивается. В радиусе 25-50 км от них резко падает содержание витамина С в овощах и картофеле.

Вокруг промышленных предприятий, в выбросах которых содержатся соединения серы, фтора и мышьяка, леса заметно угнетены, а часть деревьев усыхает даже на значительном расстоянии от источника загрязнения. Вредному действию промышленных газов наиболее подвержены хвойные породы.

Продуктивность фотосинтеза выше у тех растений, листья которых очищены от пыли, сажи и промыты водой (4,155-4,372 г/м²). В листьях деревьев, которые не были подвергнуты предварительной очистке и промывке, продуктивность фотосинтеза составила всего 3,022-3,245 г/м², т.е. снизилась примерно на 25%. Установлено, что каждый квадратный метр листовой поверхности, находясь на расстоянии 350 м от источника выбросов отходов производства, удерживает 95-129 мг пыли и сажи в сутки, которые со временем смываются дождем.

Во многих городах вокруг предприятий и вдоль магистралей концентрация сернистого газа, диоксида азота, оксида углерода и пыли превышает ПДК (в расчете на человека) и представляет для него большую опасность. Для растительности такое количество газов, особенно SO₂, и пыли еще более вредно: допустимая максимальная разовая норма загрязнения воздуха диоксидом серы ниже 0,02 мг/м³, оксидами азота – 0,05, аммиаком – 0,1 мг/м³. Следовательно, токсичность SO₂ для растений в 25 раз выше, чем предусмотрено нормой для человека (0,5 мг на 1 м³ воздуха).

Тревогу вызывают кислотные дожди. Наблюдается ярко выраженный очаг подкисления осадков, связанный с антропогенным загрязнением атмосферы, выбросами серы и азота в основном предприятиями Германии и Великобритании, которые господствующими западными ветрами переносятся в Скандинавию, страны Балтии и на значительную часть северо-запада России.

Подкисление особенно опасно для подзолистых кислых почв, в результате чего нарушается круговорот веществ. При этом происхо-

дит вымывание тяжелых металлов из почв, повышается их токсичность, уменьшается содержание кальция и угнетается рост растений. В Центральной Европе уже повреждено около 1 млн. га хвойных пород, а около 100 тыс. га погибает. Экологически мертвы многие озера Канады, Швеции. Анализы показывают, что вода в ряде озер в странах Скандинавии по кислотности сравнима с томатным соком и молочной сывороткой, а выпадающие здесь осадки приравниваются по кислотности к столовому уксусу и кислому виноградному вину. В драматической ситуации оказалась Норвегия. В стране не выбрасываются в атмосферу соединения серы, так как электроэнергию в основном вырабатывают на гидроэлектростанциях, но горы, представляя своего рода орографическую ловушку, способствуют конденсации подкисленных загрязненных осадков. В результате в связи с изменением химического состава воды жизнь в половине озер Норвегии прекратилась. Поэтому очень важно соблюдение всеми странами Европы, США и Канадой подписанной в 1979 г. Конвенции об уменьшении переноса трансграничных потоков антропогенных загрязненных веществ, ибо природные процессы не знают государственных границ.

Сернистый ангидрид, взаимодействуя с водой и парами воздуха, уже в виде сернистой кислоты попадает на строительные материалы и способствует старению и разрушению зданий. Кислотосодержащие дожди и пары вызывают коррозию железных и оцинкованных крыш.

Оксиды азота особенно токсичны для человека и животных. В воздух больших городов мира ежегодно поступает 53 млн. т этих соединений. Они вызывают головокружение, рвоту, потерю сознания, респираторные болезни, понижают кровяное давление и т.д.

Предполагаются и другие, косвенные, факторы опасности для здоровья, оказывающиеся результатом кислотного дождя. Они связаны с высвобождением тяжелых металлов из почвы и осадочных пород вследствие усилившегося окисления. Эти металлы могут попадать в подземные воды, озера и реки, откуда берут питьевую воду, в продукты питания и, в конечном счете, в организм человека.

В условиях повышенной концентрации вредных веществ в воздухе зоны действия химических предприятий скорость коррозии железа и его сплавов выше в 20, алюминиевых сплавов – в 100 раз, чем в сельской местности. Увеличение уровня загрязнения атмосферы в 2 раза способствует сокращению срока эксплуатационной службы про-

мышленного оборудования до первого капитального ремонта в 1,5 раза. В Италии от загрязнения воздуха сильно страдают бесценные памятники культуры.

Способы защиты от кислотных дождей сводятся к снижению содержания серы в различных видах топлива, запрету производства фреонов. Количество оксидов азота можно уменьшить снижением температуры горения, т.е. изменением технологии. Строительство высоких труб, сокращающее выбросы соединений серы и азота вблизи источников их выделения, безнравственно по отношению к другим странам. Для уменьшения загрязнения озер и почвы их известкуют, т.е. добавляют в воду и вносят в почву щелочные вещества (например, карбонат кальция).

Предупреждение и способы снижения загрязнения

Проблема борьбы с атмосферным загрязнением сложна, многогранна и требует много сил и средств. Однако современный уровень научно-технического прогресса позволяет уменьшить образование опасных веществ и разработать меры, предупреждающие загрязнение ими.

Мероприятия, направленные на предупреждение загрязнения атмосферного воздуха и снижение вредных примесей в нем, можно объединить в три группы.

1. Улучшение существующих и внедрение новых технологических процессов, исключая выделение опасных веществ в самом источнике их образования.

2. Улучшение состава топлива, аппаратов, карбюрации и снижение или устранение выбросов в атмосферу с помощью очистных сооружений.

3. Предотвращение загрязнения атмосферы рациональным размещением источников вредных выбросов и расширением площадей зеленых насаждений.

В комплексе мероприятий по борьбе с загрязнением атмосферы важное место принадлежит совершенствованию технологий производственных процессов и двигателей, герметизации оборудования – источника вредных веществ, очистке дымовых и вентиляционных газов, разработке более эффективных способов сжигания топлива, замене твердого и жидкого топлива природным газом, созданию новых типов двигателей для автомобилей.

Основные пути снижения загазованности воздуха – дальнейшее совершенствование газопылеулавливающих фильтров. Следует отметить, что улавливаемые вещества относятся к остродефицитным в народном хозяйстве.

На совершенствование установок для очистки воздуха направлены значительные средства, но эти затраты быстро окупаются. Наиболее совершенны электрофильтры, эффективность которых достигает 99,9%.

В числе мер, предохраняющих загрязнение атмосферы, значительную роль играет правильное зонирование, т.е. устройство санитарно-защитных зон. В соответствии с этим предприятия располагают на возвышенных местах и с подветренной стороны жилых массивов. Зону между ними не менее чем на 40% озеленяют растениями, устойчивыми к вредным веществам. Ширина зеленых зон в зависимости от вредности выбросов и степени их очистки в технологическом процессе может быть 1000, 500, 300 и 50 м. Установлено, что при наличии санитарно-защитной зоны запыленность воздуха на расстоянии 1,5 км снижается в 2, а загрязнение диоксидом серы – в 3 раза. После аварии на АЭС в Чернобыле резко расширена санитарно-защитная зона. Однако, например, Астраханский газоконденсаторный комплекс имеет санитарно-защитную зону шириной 3 км вместо расчетной 20 км. Здесь на расстоянии 8 км было зарегистрировано превышение содержания в воздухе сероводорода в 243 раза, сернистого ангидрида в 100 раз и более. Вредное воздействие от выбросов Астраханского комплекса при восточных ветрах ощущается даже в Элисте – на расстоянии 300 км.

Между тем в США предпочитают не производить серу, а импортировать ее, чтобы избежать загрязнения воздуха сернистым газом.

Все предприятия, загрязняющие атмосферный воздух, необходимо выводить за пределы городской черты. Категорически запрещается размещение вблизи друг от друга предприятий разного профиля, так как их выбросы способны вступать в фотохимические реакции с образованием еще более опасных веществ.

Для снижения загрязнения воздуха автотранспортом важное значение имеют планировка улиц и организация автомобильного движения по принципу «зеленой волны», которая способствует безостановочному движению потока машин по городским магистралям.

В связи с ростом парка автомобилей в Беларуси и других странах мира усилия ученых и конструкторов направлены на создание та-

ких моторов для автомобилей, которые бы исключали или ограничивали выброс вредных компонентов в воздух. Перспективно в этом отношении использование сжиженного газа. Благодаря более полному сгоранию топлива автомобили выбрасывают в атмосферу значительно меньше вредных веществ, чем работающие на бензине. Возможно создание электромобилей, в которых энергоносителем служит солнечное излучение. А пока проблема борьбы с выхлопными газами должна решаться регулированием двигателей и карбюраторов. Промышленность перешла на выпуск более "чистых" дефорсированных двигателей для автомобилей, благодаря чему снизилась токсичность выхлопов. Уже сейчас автопарк Москвы, Санкт-Петербурга и ряда других городов России обеспечивается бензином прямой перегонки нефти без добавления тетраэтилсвинца. Это обуславливает значительное снижение концентрации ядовитых свинцовых соединений в воздухе.

Важное место в борьбе с загрязнениями атмосферы принадлежит электрификации, газификации и теплофикации, которые получили в нашей стране широкое распространение.

Большое значение в борьбе с загрязнением воздуха имеет применение вместо химических биологических средств защиты растений – аттрактанов (феромонов), а также других биопрепаратов, вызывающих болезни вредителей – бактерий, вирусов, грибов и др. К биологическим методам защиты относится также использование фитофагов – естественных врагов различных вредителей.

Иногда при отсутствии ветра могут наблюдаться экстремально высокие концентрации загрязнителей воздуха. В этих случаях экономически выгодно кратковременно сокращать выбросы в атмосферу. Капитальные затраты нецелесообразны. В России разрабатывают приемы регулирования выбросов при опасных метеорологических условиях. К ним можно отнести сведение до минимума неорганизованных выбросов, переход на более качественное топливо с низким содержанием серы, остановка на короткий срок второстепенных производств, дающих большое количество выбросов, со смещением технологических процессов. Так, в Санкт-Петербурге на некоторых ТЭЦ при неблагоприятно сложившейся погоде, способствующей концентрации выбросов, оперативно используют газ или малосернистое топливо, а иногда даже полностью отключают котлы, функционирующие на высокосернистом и многозольном топливе.

Самый лучший способ очистки загрязненного воздуха и утилизации – фотосинтез. Именно зеленые растения обеспечивают чистоту воздуха. Однако следует отметить, что при сильной его загрязненности интенсивность фотосинтеза заметно снижается.

Установлено, что за плотной четырехрядной посадкой древесных насаждений концентрация оксида углерода в 2-3 раза ниже, чем за одно-двухрядными насаждениями с несомкнутыми кронами и без кустарника. Растительность снижает также концентрацию других газов и пыли. Наблюдения показали, что основная масса выбросов создается на расстоянии 300-500 м от источника их образования. В этих условиях растения претерпевают значительные скрытые и видимые изменения: скручиваются листовые пластинки, преждевременно высыхают, опадают листья, хвоя. Поэтому плотность насаждений в зоне действия источника загрязнения должна быть высокой.

Зеленые насаждения уменьшают загазованность и загрязнение вредными выбросами, улучшают микроклимат. Максимальное количество вредных выбросов наблюдается в зимнее время, в связи с чем необходимо увеличивать площади зеленых насаждений и хвойных пород, выполняющих функции в течение всего года.

Удаление с поверхности листьев сажи, пыли и грязи методом санитарно-гигиенических душей способствует восстановлению активности растений.

Все названные меры снижают или полностью исключают загрязнение атмосферы. За чистотой воздуха и переменами, происходящими в нем, постоянно следят органы санитарного контроля санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения Российской Федерации. Анализы воздуха проводят на стационарных пунктах и в зонах промышленных предприятий.

Во всех крупных городах постоянно контролируют качество воздуха. Примерно в 70% городов отмечены снижение или стабилизация уровня загрязнения воздуха пылью, сернистым газом и сероводородом. Обоснованы и утверждены ПДК для 44 вредных веществ – загрязнителей атмосферного воздуха и десятков их комбинаций. Установлены также предельно допустимые выбросы (ПДВ) для всех основных промышленных предприятий.

Несмотря на стабилизацию и некоторое снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в целом по Беларуси, в ряде городов сохраняется неблагоприятная ситуация (Могилев, Витебск, Полоцк,

г.Минск	6,2	6,6	0 из 1688	0 из 1440	0 из 1752	0 из 1944	18,9
Брестская	4,8	2,7	8,6	5,6	2,1	0 из 628	-
Витебская	2,7	1,9	0 из 16	0 из 26	4,9	4,8	0 из 4
Гомельская	1,2	0,4	0,8	2,1	0,1	0,4	0,9
Гроднен- ская	0,5	0,9	-	2,3	0 из 66	0 из 130	0 из 3
Минская	3,3	1,3	26,2	16,6	1,1	0 из 692	0 из 6
Могилев- ская	5,5	3,9	5,0	4,1	0 из 1540	0 из 1173	0,3
РБ	3,7	2,6	3,5	2,9	0,5	0,3	3,5

В прогнозируемом периоде политика в области защиты воздушного бассейна от загрязнения будет направлена на стабилизацию, а в дальнейшем – и на снижение вредных выбросов от стационарных и передвижных источников за счет предотвращения образования вредных веществ в результате внедрения безотходных и малоотходных технологических процессов, совершенствования структуры топливопотребления, снижения материало- и топливоемкости продукции, перевода автотранспорта на сжатый и сжиженный газ и другие альтернативные виды топлива, внедрения каталитических нейтрализаторов очистки отработавших газов автотранспорта, а также улавливания и утилизации загрязняющих веществ.

В основу прогноза выбросов вредных веществ в атмосферу положены анализ и оценка тенденций эколого-экономических процессов, рост валового продукта, изменение отраслевой структуры экономики и структуры топливно-энергетического баланса, социальные ориентиры и целевые параметры по снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду, достижения научно-технического прогресса. Согласно расчетам, при намечаемом росте ВВП в 2001-2005 гг. на 35-40% объемы вредных выбросов в воздушный бассейн от стационарных источников могут увеличиться на 3-5%, а от передвижных – на 6-12%.

Шумовое загрязнение атмосферы.

Шум стал одним из основных загрязнителей окружающей среды.

Сильный неожиданный звук и даже небольшой шум, и тем более транспорта, могут привести к эмоциональному и поведенческому стрессу, нарушить покой человека и животного, вызвать быструю утомляемость, звон в ушах, головокружение, усиленное сердцебиение, головную боль, повысить кровяное давление.

Отсутствие шума – показатель высокой культуры труда и один из факторов повышения его производительности.

Самый распространенный и мощный источник городского шума – транспорт, который составляет 60-80% всех шумов, воздействующих на человека. Звук от проходящего транспорта, многократно отражаясь от стен зданий, создает большой уровень шума – 80-82 дБ. Исследования показывают, сто транспортные потоки районных магистралей больших городов составляют 500-1000 машин в час, городских – 1000-2000, а в часы пик достигают 4000 машин в час. Пропускная способность магистралей многих городов не соответствует интенсивности транспортного потока.

Неожиданный сильный шум может привести к параличу сердца. Под воздействием шума развиваются сердечно-сосудистые заболевания. Язвенная болезнь, гастрит, нарушения обмена веществ чаще встречаются у людей, живущих и работающих в аномальной шумовой обстановке.

Безвредный порог шумового загрязнения – 70 дБ. Уровень шума свыше 130 дБ может вызвать акустические травмы.

Проблема защиты от неблагоприятного действия шума стала международной и находится в центре внимания многих общественных организаций и государственных инстанций. Комитет по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии ООН еще в 1968 г. разработал предельно допустимые уровни внешнего шума от автотранспорта, в соответствии с которыми в зависимости от категории транспортных средств он не должен превышать 84-85 дБ. Однако интенсивность шума во многих городах мира достигает 85-105 дБ.

На ряде предприятий имеются так называемые комнаты психологической разгрузки. Они оборудованы видеоманитофонами, диапроекторами и устройствами, имитирующими аромат сосновых насаждений, весеннего благоухания сада, полевых цветов. Мягкое освещение

и приятная музыка снимают усталость, успокаивают и укрепляют здоровье человека, способствуют созданию благоприятного психофизиологического режима работы и повышению производительности труда.

В сельском хозяйстве основные источники шумового загрязнения – мобильная техника (автомобили, тракторы, комбайны), а также стационарные двигатели. На животноводческих комплексах используют тракторы, кормораздатчики, подвесные дороги, доильные установки и др. Здесь интенсивность шума превышает 70 дБ. На птицеводческих фабриках, где уровень механизации весьма высокий, интенсивность шумового загрязнения достигает 95-100 дБ.

Вследствие шума у коров повышается температура, учащаются пульс и дыхание, снижается частота движения рубца и жвачки, уменьшается количество гемоглобина и эритроцитов. Изменяются и другие физиологические показатели животных. Возрастает их нервная возбудимость и, как следствие, падает продуктивность. Поэтому важно при строительстве животноводческих помещений предусматривать снижение шума до 70 дБ, а на птицефабриках – до 90 дБ.

К мощным источникам стресса относятся электромагнитные поля, которые особенно ощущаются на животноводческих и птицеводческих фермах. Проблема профилактики животных от их воздействия стала особенно важной. Под влиянием шумов, электромагнитных полей и скученности животных и птиц возникают патологические явления: матери уклоняются от кормления приплода, у свиней и птиц отмечаются случаи каннибализма. Стрессовые реакции приводят к различным клиническим заболеваниям, перенапряжению защитно-приспособительных свойств организма.

Исключительной способностью задерживать и поглощать значительную часть звуковой энергии, особенно звуки высокой частоты, обладают растения, которые представляют собой в этом отношении своеобразные фильтры и экраны. Их листовая поверхность, отражая и поглощая звуковую энергию вследствие высокого акустического сопротивления, переводит ее в тепловую. Густая живая изгородь способна уменьшить шум, производимый машинами, в 10 раз. Древесные породы, особенно лиственные, в данном случае более эффективны, чем кирпичная или бетонная стена. Этому способствуют различная ориентация листовых пластинок, эластичность, опушенность и колебания листьев.

Наибольшим звукопоглощающим эффектом характеризуются

древесные породы, имеющие большую площадь и густоту листьев. Хвойные породы отличаются более низкой звукопоглощающей способностью, но их влияние проявляется в течение всего года. Установлено, что клен поглощает звук в 2 раза интенсивнее, чем ель. Тополь и липа имеют более низкий коэффициент звукопоглощения, но выше, чем у ели. Наилучшей звукопоглощающей способностью обладают насаждения, в составе которых находятся как деревья, так и кустарники в виде живой изгороди.

Древесные культуры способны изолировать шум. Доказано, что наивысший звукоизолирующей способностью обладают зеленые перегородки из клена (снижают уровень шума до 15 дБ), далее располагаются тополь (до 11 дБ), липа (до 9 дБ), ель (до 5 дБ). В целом в городских условиях, где распространению и усилению шума способствуют здания и асфальтовое покрытие дорог и тротуаров, зеленые насаждения при их правильной планировке и размещении способны снизить уровень шума до 15 дБ, а наиболее оптимальная ширина противумовой зеленой полосы 20-25 м.

Правовая охрана атмосферного воздуха.

Необходимость охраны атмосферного воздуха подчеркнута в Законе «Об охране окружающей природной среды». Оздоровление атмосферного воздуха рассматривается в органическом сочетании с другими аспектами охраны природы. Закон устанавливает нормативы качества окружающей среды, к которым отнесены предельно допустимые концентрации вредных веществ, предельно допустимые выбросы, нормы радиационного воздействия, шума, вибрации.

Правительство Республики Беларусь ежегодно издает постановления, направленные на осуществление мер по регулированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу различными источниками. Уголовную, административную или иную ответственность несут в соответствии с законодательством Республики Беларусь лица, виновные в превышении нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и нормативов предельно допустимых вредных физических воздействий на атмосферный воздух; выбросе загрязняющих веществ в атмосферу без разрешения специально уполномоченных на то государственных органов; нарушении правил эксплуатации, а также не использовании установленных сооружений, оборудования, аппаратуры для очистки выбросов в атмо-

сферу; вводе в эксплуатацию новых и реконструированных предприятий, сооружений и других объектов, не удовлетворяющих требованиям охраны атмосферного воздуха; производстве и эксплуатации автомобилей, самолетов, судов и других передвижных средств и установок, содержание загрязняющих веществ в выбросах которых превышает установленные нормативы; внедрении открытий и изобретений, рационализаторских предложений, новых технических систем, веществ и материалов, а также закупке в зарубежных странах технологического оборудования и других объектов, не удовлетворяющих установленным требованиям охраны атмосферного воздуха и не обеспеченных техническими средствами контроля за выбросами в атмосферу; нарушении правил складирования промышленных и бытовых отходов; транспортировки, хранения и применения средств защиты растений, стимуляторов их роста, минеральных удобрений и других препаратов, повлекших или могущих повлечь загрязнение атмосферного воздуха; невыполнении предписаний органов, осуществляющих государственный контроль за охраной атмосферного воздуха. Указанное постановление с уточнением некоторых нормативов действует и в настоящее время.

Гражданским кодексом в разделе об административных правонарушениях установлена административная ответственность за нарушение законодательства об охране атмосферного воздуха.

Предприятия, учреждения, организации и граждане обязаны возместить ущерб, причиненный нарушением правил об охране атмосферного воздуха. Должностные лица и другие работники, по вине которых предприятия и организации понесли расходы, связанные с возмещением ущерба, несут материальную ответственность в установленном порядке.

Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей природной среды» предусмотрены меры по предупреждению и устранению интенсивного производственного шума, вибраций, воздействия магнитных полей и других вредных физических факторов на окружающую среду в производственных, жилых зданиях, на улицах, во дворах, на площадях городов и других населенных пунктов, в пригородных зонах отдыха населения, в местах массового скопления и размножения диких зверей и птиц. Установлены нормативы предельно допустимых уровней шума, вибраций, магнитных полей и иных вредных физических воздействий. Их нарушение влечет за собой приостановление или прекращение работы

предприятий, транспортных средств и иных источников.

9. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

Лес – важнейший природный ресурс.

Более 60% биологически активного кислорода на земном шаре дают леса. Три гектара леса поставляют в атмосферу 400 кг кислорода. Это годовая норма для дыхания человека.

Лесной фонд Беларуси составляет 9,09 млн. га, в том числе покрытая лесом площадь – 7,85 млн. га, или 86,4%. Леса выполняющие преимущественно экологические функции, составляют 3,6 млн. га (41,9%).

Лес – глобальный стабилизатор окружающей среды, своего рода каркас, на котором основываются все природоохранные мероприятия.

Велико значение леса в охране водных ресурсов и почвы. Таяние снега в лесу происходит медленнее, чем на открытом месте, вследствие чего увеличивается продолжительность и уменьшается интенсивность паводка, регулируется поступление воды в русло и предотвращаются наводнения, обеспечивается полноводность рек.

Особая роль принадлежит лесным насаждениям в уменьшении поверхностного стока и перевода его во внутригрунтовой, а значит, и в снижении эрозионных процессов.

Охрана лесных ресурсов. Стратегия сохранения и устойчивого использования лесных ресурсов исходит из того, что леса и лесные угодья выполняют многоцелевые эколого-экономические функции. Они не только являются источником древесины и не древесной продукции, но и выполняют важную роль в климатообразовании, очистке вод и регулировании их стоков, защите почв от водной и ветровой эрозии, в санитарно-гигиенических и оздоровительных процессах и особенно в регенерации кислорода (около 77 млн. т), поглощении углекислоты (93-94 млн. т), выделении фитонцидов.

Усиливающееся в последние годы негативное влияние абиотических и биотических факторов на лесные экосистемы (загрязнение радионуклидами 1,8 млн. га леса и другая антропогенная деятельность) привело к ухудшению санитарного состояния лесов, снижению их биологической устойчивости, возникновению очагов вредителей и грибковых заболеваний. Наиболее подвержены этим факторам оказались еловые леса, где массовым высыханием охвачена площадь в 70

тыс. га (9%), на 120 тыс. га обнаружены очаги лесных вредителей ели и сосны и на 145 тыс. га – повреждения корневой губкой.

Весьма сложными для Беларуси являются проблемы хозяйствования в лесах, загрязненных радионуклидами, устранения негативного влияния на них атмосферного воздуха, загрязненного промышленными выбросами, и повышения продуктивности насаждений.

В целом стратегия сохранения, устойчивого использования лесных ресурсов и лесных угодий должна базироваться на принципах щадящего и относительно равномерного лесопользования с соблюдением эколого-природоохранных функций; соответствовать принятым в последние годы законодательно-нормативным актам: Лесному кодексу Республики Беларусь, Концепции устойчивого развития лесного хозяйства Республики Беларусь до 2015 г., Концепции развития лесного комплекса Республики Беларусь до 2015 г.

Для реализации этой стратегии необходимо решение следующих задач:

- повышение продуктивности лесов и их устойчивости к вредителям и болезням;
- увеличение лесистости малолесных районов;
- сохранение и приумножение особо ценных лесных компонентов, биологического и генетического разнообразия;
- минимизация отрицательных экологических последствий на загрязненных радионуклидами лесных землях;
- введение экологической сертификации;
- развитие системы лесного мониторинга.

Предусматривается, что в 2001-2005 гг. 7,5 млн. га лесов будет охраняться от пожаров с помощью авиации, а 18,5 тыс. га – защищаться от вредителей и болезней биологическими методами.

Леса Беларуси издавна являются основным местом произрастания грибов, ягод, лекарственного и технического сырья, источником высококачественной живицы, березового сока и т.д. Большое социальное и экономическое значение имеет лесное пчеловодство.

Современная и прогнозируемая экономическая обстановка диктует необходимость более полного использования всех видов лесной продукции. К 2005 г. заготовка грибов может составить 2-3 тыс. т, дикорастущих плодов и ягод – 6-7 тыс. т, березового сока – более 80

тыс. т, сбор живицы может возрасти на 80-90%. Реально почти вдвое увеличить количество пчелосемей. Имеются условия для увеличения заготовок лекарственного и технического сырья.

Для реализации этих возможностей целесообразно:

- разработать правовые и организационные основы побочного пользования лесов;
- создать системы специализированных хозяйств, занимающихся заготовкой и переработкой дикорастущих грибов, ягод, лекарственного, а также технического сырья, сохранением и повышением продуктивности ягодных и грибных угодий.

Начиная с 1990 г. уменьшилась численность основных видов охотничьих животных. С 1997 г. наметилась стабилизация их численности, и эта тенденция сохранится в перспективе. При эксплуатации популяций животного мира на принципах щадящего и непрерывного пользования, предотвращения разрушения среды их обитания при более строгом обосновании квоты изымаемых из популяций животных к 2005 г. может быть достигнута близкая к оптимальной численность основных видов охотничьих животных.

Охрана, использование и улучшение сенокосов и пастбищ.

Естественные сенокосы и пастбища занимают в Беларуси огромную площадь – 1 млн. га.

На природных сенокосах и пастбищах заготавливают в среднем 30% всех кормов.

Средняя урожайность неулучшенных природных угодий в нашей стране весьма низкая: сенокосов – 0,25-0,3 т сена, пастбищ – 1,3-1,4 т зеленой массы с 1 га.

При рациональном ведении лугопастбищного хозяйства обширная территория песков, приовражий, различного рода неудобий и бросовых земель может служить надежной базой для пастбищного содержания скота.

Многие хозяйства бережно относятся к природным кормовым ресурсам: пастьбу скота проводят в строгом соответствии с ёмкостью пастбищ. Для разгрузки природных кормовых угодий в зонах развитого орошения создают долголетние культурные пастбища на поливных землях, где продуктивность доводят до 8-10 тыс. корм. ед. с

1 га.

Природные сенокосы и пастбища, занимая такие огромные площади, неоднородны. Они различаются по условиям местообитания, видовому составу травостоя и обилию трав в них, поедаемости различными видами и группами животных, отавности, урожайности, объему производимой с единицы площади животноводческой продукции, сезонности, длительности использования и т.д.

Из общего числа сенокосных и пастбищных растений более 500 видов рекомендованы для введения в культуру. Из стародавних кормовых культур используют 193 вида, за последние 50-60 лет введены в культуру еще 93 вида. Получили положительную оценку при проверке в научных учреждениях 72 вида. В СНГ на лугах произрастает более 1000 видов отлично и хорошо поедаемых растений и более 1200 видов удовлетворительно поедаемых.

Важный резерв пастбищ составляют покрытые лесом участки (редколесье). Здесь скот пасется по изреженным лесам из лиственных древесных пород (березы, осины) старшего возраста. В хвойных же или хвойно-лиственных лесах, особенно с участием ели, травы под пологом мало, поэтому они не представляют пастбищной ценности. Надо иметь в виду, что здесь чаще встречаются несъедобные и ядовитые растения, обычно скот сюда не выгоняют.

Лесные пастбища лучше использует крупный рогатый скот старше года. Для пастьбы в лесу целесообразно формировать более или менее однородные группы скота (по возрасту, полу, продуктивности). Более отдаленные участки таких пастбищ надо использовать для организации лагерей для молодняка старше года, сухостойных, не стельных коров, нетелей. Лучшие и ближние участки отводят под выпас дойных коров.

Пастьбу на лесных территориях ведут по особому регламенту и правилам. Здесь ограничивают количество животных на одного пастуха с подпаском, например, число голов крупного рогатого скота снижают до 60, поскольку надзор за скотом в лесу затруднен. На возвышенных участках, в изреженных насаждениях без подлеска можно пасти овец, так как для них вредны сырые и заболоченные участки. Телята до одного года должны быть обеспечены культурными пастбищами около ферм.

Загонная пастьба на лесных площадях возможна так же, как и на степных. В качестве условных загонов используют поляны, прога-

лины, вырубки. Границами их могут служить просеки, дороги, реки, ручьи и другие ориентиры.

Крупные лесные поляны с плодородными почвами, но выродившимся травостоем можно распахать и временно выращивать растения полевой культуры в системе зеленого конвейера.

Важно при отводе лесопастбищных участков соблюдать концентрацию пользования, т.е. пастьба скота должна быть сосредоточена на ряд лет в одной части дачи, квартала или группы кварталов, чтобы в другой организовать посадку лесных культур.

Учитывая, что один из недостатков лесных пастбищ – отсутствие водоевов, во многих случаях следует решать вопрос о водоснабжении, чтобы до минимума сократить прогоны скота, приводящие в сбюю растительности.

К особой категории угодий относят пастбища на слабо закрепленных почвах. Пески разной степени связанности распространены в пустынной, полупустынной, степной и лесостепной зонах. Они относятся к очень ранимым землям и при неосторожной пастьбе легко превращаются в развеваемые массивы. Восстановление таких фитоценозов в случае их разрушения происходит медленно, а иногда этот процесс необратим. Обедненность фитоценозов в видовом отношении благоприятствует углублению процесса деградации. Многолетние травы вытесняются и заменяются на однолетние сорные виды. Правильное использование таких пастбищ (пастбищеобороты, сменная пастьба и др.) позволяет не только сохранить, но и увеличить их емкость. Скорость деградации пастбищ на легких почвах весьма значительна. Превращение их в сыпучие пески может произойти в течение 1-3 лет, в то время как процесс естественного зарастания продолжается 15-20 лет. Чтобы предотвратить эти процессы, на слабо- и среднезаросших песках необходимо временно прекратить пастьбу скота. На сильно заросших бугристых песках и пастбищах на песчаных почвах его следует выпасать в основном зимой (по снеговому покрову, по мерзлой или хорошо увлажненной почве). Сбитые и сильноэродированные участки пастбищ целесообразно исключать из пользования на 1-2 года.

К приемам экологической защиты природных сенокосов и пастбищ относят:

- улучшение условий питания растений главным образом внесением удобрений; при использовании высоких доз удобрений ($N_{120} P_{60} K_{80}$) получают 7,8-10,1 т сена с 1 га;

- улучшение условий увлажнения: снегозадержание с помощью не скошенных полос шириной на связных почвах 30-40 см, на легких – 1,5-2,0 м через каждые 12-15 м или оставлением высокой стерни, а также щелевание, осушение, орошение, затопление;

- улучшение водно-воздушного режима сильно задернованных лугов омоложением травостоя с помощью боронования, дискования или фрезерования: старую пырейную залежь для периодического омоложения пашут на глубину 15-18 см с внесением полного минерального удобрения, после вспашки пласты дискуют и прикатывают, затем высевают бобовые (люцерна, эспарцет), прикатывают их; улучшенную залежь используют 4-5 лет, а затем опять омолаживают;

- увеличение густоты стояния растений, подсев трав в дернину после легкой разработки ее дисковыми орудиями;

- улучшение состояния угодий – уничтожение кочек, кустарников, уборка валунов и др.

В Беларуси много испорченных выпасом, закустаренных, заболоченных природных угодий. Их урожайность нельзя повысить приемами текущего ухода и рационального использования. На них эффективны приемы коренного улучшения или создания искусственных сенокосов на месте выродившихся. Здесь вначале проводят технические работы по окультуриванию, а затем приступают к залужению.

Если в видовом составе трав ценных видов сохранилось до 10-15% всей массы растений, то лучше такие участки оставлять на отдых и для естественной смены растительности. Коренное улучшение, при котором распахивают дернину и естественную растительность, заменяя ее культурными травами, проводят при массовой деградации травостоя, появлении в обилии ядовитых и малоценных в кормовом отношении трав.

На пастбищах и сенокосах произрастает ряд вредных, неподаваемых и ядовитых растений: бодяк, чертополох, татарник, тысячелистник, коровяк, молочай, горчак и др. Для борьбы с ними рекомендуются использовать следующие методы: подкашивание в фазе стеблени и скашивание до созревания семян; перевод на несколько лет засоренных сенокосов в пастбище с одновременным подкашиванием несъедобных остатков; ручная выкопка и подрезка лютика, гармалы и молочная при невысокой засоренности ими пастбищ и сенокосов.

В целях борьбы с сорняками, засоряющими шерсть овец, в частности для уничтожения крымского репея (люцерны малой), луч-

ший метод – стравливание до начала плодоношения. Нельзя допускать отдыха овец на участках, где плоды репея созрели. Наиболее эффективный прием – глубокая вспашка с последующим посевом многолетних трав.

Для борьбы с ковылем –волосатиком, зерновка которого проникает в кожный покров овец, рекомендуют усиленное стравливание его зарослей весной и в начале лета до массового цветения. По наблюдениям на Черных землях, такое стравливание и вытаптывание значительно снижают жизнеспособность растений ковыля и подавляют образование на них генеративных побегов.

Одно-двулетние сорняки (липучка, прищепник и др.) можно уничтожить скашиванием их до начала плодоношения. Такие засорители шерсти, как костер кровельный и овсюг, уничтожают дискованием или перепашкой засоренных участков с последующим посевом травосмесей из культурных видов трав.

Улучшение и рациональное использование пастбищ и лугов помимо обеспечения животноводства кормами решают и вторую, не менее важную задачу – надежную защиту почвы от водной и ветровой эрозии. Лучшие многолетние травы для залужения склонов – пырей промежуточный, кострец безостый, костер прямой, рейграс высокий, житняк, типчак, волоснец, донник, эспарцет и др. При залужении склонов используют травосмеси из двух бобовых и двух злаковых трав. Улучшенные малопродуктивные пастбища на склонах дают в 5-7 раз больше корма, чем без залужения. Искусственные поливные луга снимают чрезмерную нагрузку с естественных (неполивных) пастбищ и тем самым обеспечивают их защиту.

Рациональное использование сенокосов и пастбищ – верный путь сохранения растительных ресурсов на огромных территориях.

Охрана отдельных видов растений и растительных сообществ.

В природоохранном комплексе сбережение и рациональное использование растений занимают видное место. Особое значение это приобретает в век технического прогресса, когда антропогенный пресс вызывает коренные изменения в составе, распределении и численности отдельных видов растений и их сообществ, что выражается, прежде всего, в уничтожении диких растений в процессе их непосредственного использования (рубка, выкашивание, стравливание скоту, сбор ягод,

лекарственных трав, цветов и т.д.). В результате сельскохозяйственных, мелиоративных, водохозяйственных, строительных и изыскательных геологических работ нередко ухудшаются условия жизни диких растений и их сообществ. Отрицательно сказывается на их состоянии и загрязнение окружающей среды.

На земном шаре практически не осталось территорий с первозданной природой, чистых естественных растительных сообществ. Ускоряются сукцессии, элементом которых стало полное исчезновение растений или переход их в категорию редких и исчезающих видов. Повышение антропогенной нагрузки ведет к усилению процессов гибридизации, мутагенеза, канцерогенеза, влияющих на мировой генетический фонд. Так, многие из основных зерновых культур в развитых странах имеют ограниченную генетическую базу, наблюдается генетическая эрозия видов. В результате опустынивания, сведения лесов, прежде всего дождевых, уменьшения гетерогенности экосистем, снижения супрессивности почв человек может потерять многие виды, так и не узнав об их существовании и роли, которую они играли.

На громадной территории СНГ с ее разнообразными почвенно-климатическими условиями произрастает ценная травянистая и древесная растительность. Только высших растений насчитывается более 14 тыс. видов. Они используются в разнообразных целях (как лекарственное сырье, как кормовая база для домашних и диких животных, как генофонд для выведения новых форм и сортов культурных растений).

Эти растения и их сообщества наиболее подвержены отрицательному воздействию хозяйственной деятельности человека, деградации и пастбищной депрессии. Поэтому они нуждаются в особой охране и грамотном использовании. Следует добавить, что из всей флоры в хозяйственных целях широко используются лишь 1,5% видов растений. Для селекции сельскохозяйственных культур во флоре нашей страны представляют интерес в настоящее время около 600 видов. Помимо них встречаются редкие и исчезающие эндемики и реликты, которые перспективны для введения в культуру.

Видовое разнообразие (гетерогенность) растений является основой стабильности экосистем, расширения и улучшения селекционной практики.

Заповедные территории (заповедники, национальные парки, ботанические заказники, ботанические сады), а также интродукцион-

ные питомники и лесхозы имеют исключительное значение в изучении, сохранении и размножении редких и очень редких видов.

Научно обосновано, что для восстановления устойчивости природы для материального и духовного благополучия людей необходимо отвести под заповедники примерно треть территории страны. Это обеспечит наше выживание, сохранение видового многообразия, а значит, и стабильность экосистем. Помимо этого около трети территории должно быть отведено под зоны отдыха и контролируемого туризма (национальные парки, охотничьи хозяйства и т.д.)

Любой вид растений тесно взаимосвязан с другими растительными организмами (и животными) и средообразующими (вода и воздух) физическими и химическими факторами природных компонентов. Поэтому охрана редких и исчезающих видов должна включать растительные сообщества, в которых произрастают эти виды.

Растительные сообщества на сенокосах и пастбищах включают около 55% видов флоры. Поэтому сенокосы и пастбища требуют более тщательной охраны, обогащения и прогрессивных приемов стравливания пастбищ (загонная система пастьбы в системе пастбищеоборота и др.).

Охране подлежат вся флора и ее группировки (фитоценозы). Больше обращают внимание на редкие и исчезающие виды растений. В мире таких видов около 25 тыс. Потеря любого вида растений как неповторимого генофонда недопустима. Необходимо предпринимать различные меры по их спасению.

Защита растений от вредителей и болезней.

Большой ущерб сельскому и лесному хозяйству причиняют различные вредители (насекомые, клещи, грызуны), фитопатогенные микроорганизмы и сорняки. По данным ФАО, вредные насекомые уничтожают $\frac{1}{5}$ урожая. Например, по этой причине только одного риса недобирают на сумму 10 млрд. долларов. Крупные стаи саранчи с суммарной массой особей до 5 т губят урожай, которым можно было бы прокормить 5 млн. человек. Ущерб от вредителей в лесном хозяйстве часто превышает потери от лесных пожаров. Поэтому одной из важнейших задач при решении проблемы обеспечения человека продуктами питания становится защита сельскохозяйственных растений и лесных культур от вредных организмов.

Часто под защитой растений от вредных организмов пони-

мают использование для борьбы с ними лишь химических препаратов. Однако многолетний опыт науки и практики показал, что добиться успеха можно только при комплексном применении различных методов защиты. К ним относятся организационно-хозяйственные и агротехнические приемы, биологические, карантинные, селекционно-генетические, физические и механические методы.

Химические средства защиты остаются необходимыми и в сельском, и в лесном хозяйстве, но их используют лишь в крайних случаях по результатам обследований каждого конкретного поля, с учетом экономических порогов вредоносности и численности полезных насекомых – энтомофагов.

Агротехнический и организационно-хозяйственный методы включают в первую очередь такие способы воздействия на популяции вредных организмов, как севооборот, система обработки почвы, система удобрения, сроки и способы посева, сроки и способы уборки урожая, очистка и сортирование семян. Рационально сформированный комплекс указанных мероприятий обеспечивает создание неблагоприятных условий для развития и питания вредителей и благоприятствует росту и развитию растений и жизнедеятельности полезных организмов.

Соблюдение научно обоснованного севооборота способствует подавлению численности вредителей на полях. При этом отдельные виды их могут почти исчезнуть без дополнительных мер борьбы с ними. Так, при посеве твердой пшеницы по предшественникам, исключая накопление пшеничного цветочного клеща, вредоносность этого вида, способного уничтожать до 60-80% урожая, снижается до хозяйственно неощутимого уровня.

Система обработки почвы, направленная на уничтожение вредителей в фазы развития их, проходящие в почве, позволяет регулировать численность таких опасных видов, как личинки шелкоунов и жуков-чернотелок (проволочников и ложнопроволочников), хлебных жуков, хрущей и некоторых других. При своевременном лущении стерни с последующей обработкой почвы для уничтожения всходов падалицы резко уменьшается численность скрытностеблевых вредителей и пшеничного трипса, снижается зараженность полей патогенными микроорганизмами.

Внесением различных питательных элементов, особенно фосфора и азота, можно ускорять или, наоборот, задерживать созревание растений и тем самым влиять на трофически связанных с ними

вредителей. В результате возможно снижение вредоносности некоторых видов, приуроченных к определенным фазам развития растений. Одновременно обеспечение растений полным минеральным питанием повышает их устойчивость к повреждениям и усиливает компенсаторные способности, в результате снижаются потери урожая при одной и той же численности вредителей.

Регулируя сроки посева, можно в значительной мере изменять степень повреждения растений отдельными вредителями. В частности, ранние посевы яровой пшеницы практически не повреждаются злаковыми мухами, тогда как могут сильно изреживаться под воздействием этих вредителей. Посевы зерновых с разреженным стеблестоем сильно заселяются стеблевыми пилильщиками, а имеющие оптимальную густоту стеблестоя, как правило, почти не повреждаются.

Ранняя раздельная уборка зерновых дает возможность снизить потери урожая от вредной черепашки, хлебных жуков, стеблевого хлебного пилильщика, гессенской мухи. Для вредителей создаются крайне неблагоприятные условия питания, и часть их по этой причине гибнет при перезимовке, а другая – в процессе самой уборки.

Послеуборочная очистка и сортирование семян играют важную роль в уничтожении вредителей, сохранившихся внутри семян, например люцерновой толстоножки – брухофагуса. Кроме того, отбор на семенные цели наиболее крупных и здоровых семян позволяет получать дружные всходы и более мощные растения. В результате снижается степень их повреждения вредителями и поражения возбудителями болезней.

Биологический метод основан на использовании для подавления вредных организмов их естественных врагов: хищных и паразитических насекомых, болезнетворных микроорганизмов (вирусы, грибы, бактерии), хищных клещей и нематод, а также насекомоядных птиц, земноводных и млекопитающих животных. Все они регулируют численность вредителей в природе.

Энтомофагов – хищных и паразитических насекомых используют по двум направлениям. Первое – искусственное разведение их и выпуск на поля. Число энтомофагов, пригодных для этого, крайне мало, что связано со сложностью массового разведения абсолютного большинства видов. Широко применяют для защиты растений лишь два вида: яйцееда-трихограмму против вредных чешуекрылых и хищного клеща фитосейулюса, уничтожающего паутиного клеща в теп-

лицах.

Второе направление – использование и активизация естественных ресурсов полезных насекомых в агроценозах. Большое значение в этом отношении имеет дополнительный подсев по краям полей и опушкам полезащитных лесных полос нектароносных трав – люцерны, эспарцета, фацелии, введение в лесные полосы энтомофильных кустарников. Важны сохранение естественных местообитаний полезных насекомых на нераспаханных неудобьях, охрана таких мест от антропогенного разрушения.

Планировать защитные мероприятия с использованием пестицидов нужно с учетом максимальной безопасности для энтомофагов, для чего обработки проводят в периоды их минимальной численности или активности с использованием наименее токсичных для полезной фауны препаратов.

Известны случаи подавления очагов сосновой пяденицы мухловками-пеструшками, майского хруща – скворцами, непарного шелкопряда – насекомоядными птицами ряда видов, привлеченными с помощью искусственных гнездовий.

Насекомоядные птицы защищают не только лес, но и прилегающие поля, луга, сады. Таких опасных вредителей, как проволочник, свекловичный долгоносик, вредная черепашка, различные саранчовые, массами истребляют грачи, скворцы, кобчики, пустельга.

Для привлечения птиц в целях охраны леса осуществляют комплекс мероприятий, в том числе создают благоприятные условия для их гнездования: развешивают искусственные гнездовья, оставляют при рубках дуплистые деревья и сохраняют подлесок.

Надежно защищают лес рыжие муравьи. Их полезная деятельность особенно хорошо проявляется в чистых хвойных лесах с плохо развитым травянистым покровом. По подсчетам ученых, каждый большой муравейник за сезон уничтожает от 2 до 8 млн. вредных насекомых или защищает 0,3 – 1 га леса.

В последние годы для борьбы с вредителями сравнительно широко применяют энтомопатогенные бактерии, грибы и вирусы, способные заражать и уничтожать насекомых. Использование их имеет важные преимущества. Во-первых, препараты, изготовленные на основе болезнетворных микроорганизмов, обладают высокой степенью избирательности и не представляют опасности для полезных насекомых и человека. Во-вторых, при их применении не возникает устойчивых

форм вредных организмов, что является существенной отрицательной особенностью химического метода. В-третьих, можно создавать промышленные технологии получения в больших масштабах биопрепаратов на основе болезнетворных микроорганизмов, причем для их применения пригодна техника, используемая для обработок полей, садов и лесных культур инсектицидами.

Промышленность выпускает большое число препаратов на основе энтомопатогенных бактерий (энтобактерин, битоксибациллин, дендробациллин, лепидоцид), грибов (боверин) и вирусов (вирин). Их применяют главным образом против листогрызущих вредителей, например гусениц вредных чешуекрылых и колорадского жука. В тепличном хозяйстве против белокрылки эффективен гриб ашерсония.

В целом биологические методы защиты растений разработаны еще недостаточно и, как правило, уступают по эффективности химическим способам. Однако накопленный опыт дает основание считать, что они весьма перспективны. Особенно важны биологические методы защиты с позиций охраны природы, будучи безопасными для охраны окружающей среды и наиболее избирательными по действию. С каждым годом объемы их использования увеличиваются.

Химический метод защиты сельскохозяйственных и лесных культур от вредителей и болезней основан на использовании химических соединений, токсичных для вредных насекомых (инсектициды), клещей (акарициды), нематод (нематоциды), фитопатогенных грибов (фунгициды) и сорняков (гербициды). Высокая технологичность применения, быстрота действия и эффективность делают такие соединения результативным средством подавления вредных организмов.

Объединяемые под общим названием «пестициды» химические препараты для защиты растений – продукт монокультурного способа хозяйствования. Нарушив экологическое равновесие при создании монокультурных агроценозов, человек создал исключительно благоприятные условия для размножения отдельных видов, трофически связанных с возделываемыми растениями. Для предотвращения массовых вспышек размножения этих видов потребовались средства контроля за их численностью. Такой контроль оказалось легче всего осуществить с помощью пестицидов, применение которых требует минимальных затрат времени и труда.

По характеру воздействия на организм вредителей пестициды подразделяют на фумиганты, контактные, кишечные и системные

препараты, протравители семян и посадочного материала. Фумиганты проникают в организм через органы дыхания в газо- и парообразном состоянии. Контактные препараты вызывают гибель вредных организмов при попадании их на покровы тела, а кишечные – в кишечный тракт вредителя вместе с пищей. Препараты системного действия проникают в растения, которыми питаются вредные организмы, входят в состав клеточного сока и с ним попадают в организм вредителя. Протравители используют для борьбы с возбудителями болезней, сохраняющимися в почве или на поверхности семян. Часто они токсичны и для почвообитающих вредителей.

Пестициды выпускают в различных препаративных формах: порошковидной, смачивающихся и растворимых порошков, концентратов суспензий, водорастворимых и масляно-суспензионных концентратов, минерально-масляных эмульсий, гранул и др. В зависимости от этого применяют методами опыления, опрыскивания, фумигации (обработка газообразными препаратами) и посева гранул. Протравители в виде смачивающихся порошков наносят на поверхность семенного материала одновременно с его увлажнением в специальных машинах.

10. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИВОТНОГО МИРА

Роль животных в биосфере и жизни человека.

Хотя биомасса на нашей планете невелика (около 2% всего живого), значение их для биосферы огромно. Это определяется высоким уровнем энергетических процессов у животных, их большой подвижностью и исключительным разнообразием (более 2 млн. видов, в то время как растений около 500 тыс. видов).

Разнообразие животных чрезвычайно важно, прежде всего, для основного процесса – биотического круговорота веществ и энергии. Один вид не способен в любом биогеоценозе расщепить органическое вещество растений до конечных продуктов. Каждый вид использует лишь часть растений и некоторые содержащиеся в них органические вещества. Так складываются цепи и сети питания, последовательно извлекающие вещества и энергию из фотосинтезирующих растений.

Пищевые (трофические) цепи и сети, как правило, очень сложны, поскольку один вид животных может питаться разными видами, часто из различных трофических уровней. В процессе эволюции виды приспособились к наиболее эффективному использованию определенного набора кормовых объектов и в то же время каждый из видов (на популяционном уровне) служит кормом для других видов. В сложнейшей взаимосвязанной экосистеме животные как подвижный активный элемент в значительной мере определяют устойчивость этой системы. Находясь в зависимости от растений, они, в свою очередь, определяют условия их жизни, структуру и состав почвы, облик ландшафта.

Самая разнообразная и многочисленная группа животных – насекомые – имеет и наибольшее значение в биогеоценозах. Без них на земле господствовали бы хвойные и другие голосеменные растения, папоротники и мхи, так как большинство цветковых видов опыляется насекомыми. Ими питаются многие рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы и звери. Большую роль насекомые играют в формировании почв, разложении отмерших животных и растительных остатков. Лиственные леса, например, ежегодно теряющие свой зеленый убор, без деятельности насекомых могут задохнуться в собственном опаде, так как чем толще и плотнее слой лесной подстилки, тем меньше воздуха проникает в почву.

Большое и разнообразное значение имеют в экосистемах и другие беспозвоночные. Общеизвестна роль дождевых червей в улучшении аэрации почвы, распределении гумуса в ней, создании ее структуры. Повышению плодородия почвы способствуют также земляные клещи, нематоды, мокрицы, многоножки и многие другие виды. Моллюски служат источником корма для других животных, фильтраторами воды, обеспечивающими ее очищение.

Среди позвоночных неоспорима значимость рыб в водных экосистемах как самых массовых и подвижных организмов на различных трофических уровнях. С каждым годом проявляется все большая роль земноводных и пресмыкающихся в биогеоценозах лесов, лугов, пустынь и тропических ландшафтов.

Птицы истребляют вредных насекомых, а также способствуют распространению семян, в частности древесных пород. Велика их роль в круговороте биогенных веществ. Например, морские птицы переносят огромные количества фосфора на сушу (залежи гуано). Важное значение в повышении плодородия почвы имеют землерои.

Животные активно формируют целые ландшафты, например бобры, устраивая запруды на водоемах. Термиты создают особый рельеф в Экваториальной Африке, сурки неузнаваемо преобразуют облик горных степей, копытные в саваннах поддерживают устойчивые и очень продуктивные растительные ассоциации. Животными сформированы известняки и коралловые рифы.

Все биологические виды, возникшие в процессе эволюции, полезны для биосферы. Каждый вид занимает только ему присущую экологическую нишу, повышая продуктивность и устойчивость биогеоценоза, создавая своим существованием предпосылки для появления новых экологических ниш. Этот процесс гарантирует бесконечность эволюции в пространстве и во времени.

Роль животных в жизни человека определяется, прежде всего, значением их в биосфере. Само по себе разнообразие видов животных полезно для человека. Они служат источниками питания, технического и лекарственного сырья, хранителями генетического фонда для улучшения пород домашних животных. Некоторые дикие виды одомашнивают, например лося.

Много сил, средств и времени затрачивают на борьбу с животными, причиняющими ущерб. Вредные в сельскохозяйственном и медико-санитарном отношении виды животных (мыши, крысы, мухи,

тараканы и др.) распространились и имеют высокую численность в связи с тем, что рядом с человеком находят благоприятные экологические условия.

Понятие «вредное животное» появилось с началом хозяйственной деятельности человека. Причем очень часто усиление вредности того или иного вида определяется ее интенсификацией в каком-либо регионе в определенный период. Например, большинство вредителей культурных злаков до распашки степей обитало на выбросах рыхлой почвы из нор грызунов. В результате распашки почвы и введения монокультуры создались крайне благоприятные условия для их массового размножения и расселения. Появление стад беззащитных домашних животных повлекло за собой резкое увеличение численности волка.

Кроме того, в зависимости от места, времени, условий и численности один и тот же вид животного может быть вредным или полезным. Отдельные виды саранчовых в умеренном климатическом поясе страны не наносят заметного вреда сельскохозяйственным культурам, в некоторые благоприятные для них годы могут принести ущерб в Центрально-Черноземной зоне. Постоянно вредны они лишь на юге. В степной зоне полевой воробей уничтожает большую долю урожая проса, в средней же полосе он полезен, кормясь насекомыми и семенами сорняков. Жаворонок, черный дрозд, чечетка и ряд других птиц, полезных в Европе, будучи завезенными в Новую Зеландию, оказались здесь вредителями полей и садов.

Чем больше мы познаем закономерности жизни биогеоценозов, особенности экологии отдельных видов, тем больше оказывается полезных животных.

Еще недавно пернатых хищников относили к вредным и истребляли, однако сейчас они взяты под охрану, поскольку выяснена их огромная роль в уничтожении многих вредных или в оздоровлении популяций полезных животных. Доказано положительное значение рыводных птиц, хищных рыб, в том числе щуки, многих наземных хищников. Даже волк не подлежит полному истреблению, необходим лишь контроль за их численностью.

Взаимоотношения между человеком и животными.

Человек, овладев огнем и оружием, еще в палеолите, т.е. более 250 тыс. лет назад, стал оказывать заметное влияние на животный мир. Крупные животные, обычно немногочисленные, как и обитатели ост-

ровов, стали первыми его жертвами. В различных районах Земли это произошло в разное время.

Однако из-за отсутствия точных сведений нельзя составить достаточно полного представления о степени воздействия человека на животных не только в ту далекую эпоху, но и гораздо позднее. До 1600 г. не было научных описаний, подтвержденных документально. Поэтому данный год выбран как дата, начиная с которой можно проследить судьбу определенного вида животного.

Начиная с этой даты, по данным литературных источников, на Земле вымерло 94 вида (1,9%) птиц и 63 вида (1,48%) млекопитающих. Еще больше исчезло подвидов птиц и зверей. Из этого количества, по данным Д. Фишера, гибель более 75% видов млекопитающих и 86% птиц связана с деятельностью человека.

Сегодня опасность исчезновения грозит более чем тысяче видов позвоночных животных и многим видам моллюсков, насекомых и других беспозвоночных.

Воздействие человека на животных выражается как в прямом преследовании и нарушении структуры популяции, так и в перемене мест их обитания. В последнее время к общим изменениям условий обитания добавился такой мощный фактор, как загрязнение природной среды, особенно пестицидами. Очень часто прямое преследование (охота) сопровождалось изменением ландшафта, т.е. эти факторы действовали одновременно. Следует отметить, что значение прямого преследования в сокращении численности животных в последнее столетие резко снизилось. Так, если в XVII в. прямое преследование стало причиной гибели видов в 86% случаев, а косвенное – в 14%, то в XX в. это соотношение резко изменилось и составило соответственно 28 и 72 %.

Полное или почти полное истребление животных в результате неумеренной и нерегламентированной добычи было довольно широко распространено в прошлом. Первой документально засвидетельствованной жертвой преследования человеком был гигантский голубь – дронг. Это крупная нелетающая птица вдвое больше гуся, с мощными лапами, короткими крыльями небольшим хвостом, крючковатым клювом и пепельно-серым оперением. Дронты жили на острове Маврикий в Индийском океане. В 1598 г. на остров высадились голландцы. Они убивали дронтов ради мяса и собирали их яйца. Последняя птица погибла через 82 года после высадки первых поселенцев – в 1681 г.

Тур – один из предков крупного рогатого скота – исчез к нача-

лу XVII в., он был повсеместно объектом охоты. В раннеисторический период этот вид заселял всю Европу, Малую Азию и Северную Африку. В доисторическое время туры жили также в Сибири и Казахстане. В XII – XIV вв. эти животные исчезли на большей части Европы, дожив лишь в Польше до конца XVI в.

Другой предок домашних животных – дикая лошадь тарпан – некогда обитал в степях Европы, доходя на севере до Польши, Литвы и Пруссии. На востоке его ареал простирался в Казахстан, возможно, смыкаясь в предгорьях Алтая с ареалом лошади Пржевальского. В Западной Европе тарпаны были уничтожены в средние века, в Польше они дожили до начала XIX в. Дольше всего сохранились эти животные на юге Украины. Последняя дикая кобыла была убита в 1879 г. в 35 км от Аскании-Нова. На тарпанов не просто охотились, их направленно истребляли, так как они мешали коневодству. Дикие жеребцы постоянно отбивали домашних кобыл, убивали и калечили жеребцов. Распашка степей способствовала быстрому исчезновению дикой лошади.

Среди безвозвратно утерянных крупных животных большой интерес представляла морская корова. Она достигала 7-9 м в длину, имела массу до 4 т. Заселяла прибрежные мелководья Командорских островов в северной части Тихого океана. Стада морских коров кормились у самого берега водорослями (морской капустой), поэтому жители Камчатки называли их «капустниками». Доверчивые, медлительные животные становились легкой добычей и очень быстро погибали. Моряки, посещавшие Командорские острова на пути от Камчатки до Аляски, и охотники на каланов заготавливали мясо морских коров как легкодоступный и дешевый источник продовольствия. В результате последняя морская корова была убита в 1768 г. Так был утрачен, вероятно, наиболее перспективный для одомашнивания вид среди всех морских млекопитающих.

Так же участь постигла и многих птиц помимо описанного выше дронга. Среди них наиболее потрясает история истребления странствующего голубя. Эта красивая, грациозная птица была самой многочисленной на востоке Северной Америки. В одной стае, по подсчетам А. Уилсона в 1810 г., оказалось более 2 млрд. птиц. Только в штате Висконсин до 1871 г. в колониях странствующего голубя насчитывалось не менее 136 млн. особей.

Европейские переселенцы начали массовое истребление этих птиц еще в начале XVII в. Их отстреливали, ловили сетями, сбивали на

землю шестами, рубили деревья с гнездами – убивали сотни тысяч и миллионы птиц. На всех рынках за бесценок продавали огромное количество голубей. Но вскоре наступил конец – странствующие голуби стали редкостью, во что долго не могли поверить. Последняя птица на свободе была убита в 1899 г., а последняя старая голубка умерла в зоопарке г. Цинциннати в 1914 г.

Подобное произошло и с некоторыми другими видами птиц. Так, у восточного побережья Северной Америки в середине XIX в. были полностью истреблены бескрылая гагарка и лабрадорская гага, а на юго-востоке США та же судьба постигла каролинского попугая: к началу XX в. они повсюду были уничтожены, в неволе последняя птица погибла в 1914 г.

Еще больше животных исчезло из многих мест обитания, они стали редкими, их ареалы резко сократились. Число видов таких редких животных исчисляется сотнями, они имеются в очень многих группах животного мира, например в Европе. К ним относятся моллюск пресноводная жемчужница, многие бабочки, осетровые рыбы, такие хищные птицы, как орел и сокол; зубр и медведь. В Северной Америке на грани исчезновения были бизоны, редкостью стали степной тетерев, белый американский журавль, калифорнийский кондор, в Южной Америке – викунья, шиншилла, крупные кошки и многие другие. В Азии угрожающе сократилась численность носорога, льва, гепарда, тигра, лошади Пржевальского и кулана. Многие виды диких копытных в Африке остались практически только на заповедных территориях. В ничтожном количестве сохранились лемуры на Мадагаскаре. В исключительно трудном положении оказались аборигенные животные Новой Зеландии и океанических островов.

Основная причина вымирания животных или резкого сокращения их численности, уменьшения ареала заключается и не столько в прямом преследовании животных, сколько в косвенном влиянии человека, которое принимает различные формы.

Изменение мест обитания животных – наиболее часто встречающееся явление, принявшее огромные размеры. Вырубка лесов, распашка степей, осушение болот, сооружение водохранилищ и каналов, постройка дорог и т.д. коренным образом изменили облик целых континентов. Естественно, что для ряда животных эти перемены оказались неблагоприятными, и либо виды вымерли, либо резко сократилась их численность, нередко они сохранились лишь на заповедных террито-

риях.

Следует помнить, что включение нового вида в естественный биогеоценоз всегда вызывает, как правило, резко негативные последствия. Лишь в обедненные антропогенные биогеоценозы желательно чаще вводить новые виды для сбалансирования экологической системы, например растительноядных рыб – толстолобика, белого амура – в искусственные каналы, так как эти виды препятствуют их зарастанию.

Охрана животного мира.

Охране подлежат все животные, если понимать эту проблему широко, включая и управление численностью. Потери любого биологического вида – крайне нежелательное явление для биосферы и в целом. Каждый вид обладает только ему присущими свойствами, и трудно предсказать, какие свойства любого вида и для каких целей окажутся полезными для человечества в будущем.

Охрана охотничьих животных. Охота во все времена подразумевала постоянное получение продукции, а не истребление дичи. Целью охоты всегда было благоразумное использование охотничьих богатств. Однако часто не хватало знаний для правильной эксплуатации их или социально-экономические условия приводили к нежелательным последствиям (например, хищническое истребление животных в погоне за наживой), и численность охотничьих видов падала.

Эксплуатацию охотничьих животных следует проводить по принципу расширенного воспроизводства. Достижения экологии доказывают, что рациональное использование охотничьих ресурсов не только не противоречит охране животного мира, но и способствует ей.

Каждая популяция животных имеет так называемый экологический резерв, т.е. возможен рост ее продуктивности в результате увеличения численности потомства и повышения его выживаемости. У различных экологических групп это осуществляется разными путями: изменением соотношения полов, времени наступления первого размножения, количества молоди в помете, числа пометов в год и т.д.

Биологически обоснованное изъятие особи из популяции способствует мобилизации ее экологического резерва и, как правило, оздоравливает популяцию. Следовательно, промысел, охота способствуют увеличению плодовитости, выживанию молодняка, т.е. представляют собой активную форму охраны животных.

Для всех массовых наиболее полно изученных видов установлено, что рост численности их популяций, достигнув определенной

величины, быстро прекращается, так как вступают в действие эколого-физиологические механизмы, направленные на предотвращение перенаселения. Изъятие же части животных путем охоты (промысла) способствует повышению воспроизводительных возможностей популяции.

Объектом охотничьего хозяйства служит именно популяция данного вида животных в конкретных условиях. Управлять путем промысла, охоты количественным и качественным составом популяции необходимо в полном соответствии с возможностями того биогеоценоза, в состав которого она входит. Ученые показали, что даже снижение биологически допустимой промысловой нагрузки (недопромышление) отрицательно сказывается на популяции и приводит к заметному падению ее продуктивности.

Ведение охотничьего хозяйства включает не только добычу животных, но и ряд мероприятий, получивших название биотехнических: разведение дичи, посадку кормовых и защитных растений, подкормку, помощь животным в трудные периоды жизни и при стихийных бедствиях, реакклиматизацию (расселение животных в тех районах, где они раньше жили, но были истреблены), применение профилактических мер борьбы с болезнями и паразитами, борьбу с браконьерством и т.д. табл. 4,5.).

Таблица 4.
Состояние охотничьего хозяйства РБ (на 1.01.2001 г.)

Наименование областей	Количество охотн. хозяйств	Общая площадь охотн. хоз. (тыс.га)	Количество охотничьих животных		
			Коп.		
			лось	олень	кабан
г. Минск	1	89	5	-	4
Брестская	32	2732	1323	944	4
Витебская	51	3603	5102	592	8
Гомельская	40	3116	2695	110	6
Гродненская	63	2142	1403	808	3
Минская	65	3358	2356	1266	4
Могилевская	51	2644	2421	773	5
РБ	303	17683	15305	4543	32

Таблица 5.
Количество пушных зверей в РБ (на 1.01.2001 г.)

Наименов. областей	Количество охотничьих животных					
	Пушные звери					
	белка	заяц-беляк	заяц-русак	куница	лисица	с
г. Минск	234	69	140	14	57	
Брестская	11342	6130	32126	2910	6165	
Витебская	31097	29323	26699	5147	10068	
Гомельская	14125	5823	22063	2886	5810	
Гродненская	13678	5390	25749	3565	6718	
Минская	24844	15759	23795	3266	8147	
Могилевская	15913	15236	16436	3805	6434	
РБ	111233	77730	147008	21593	43399	

Важнейшая мера охраны охотничьих животных – строгое соблюдение законов об охоте, предусматривающего ее сроки и способы. В настоящее время определены виды зверей и птиц, охота на которых полностью запрещена, а также виды животных, которых можно добывать только по особым разрешениям (лицензиям), выдаваемым охотничьими организациями. Закон запрещает охоту на животных в заповедниках, заказниках и зеленых зонах вокруг городов. Не разрешается применять способы массовой добычи животных, охоту с автомашин, самолетов, моторных лодок, запрещены охота на линияющих птиц, разорение нор, гнезд, логовиц, сбор яиц. Закон устанавливает нормы отстрела или отвала каждого вида животных. Нарушение законов и правил охоты считается браконьерством; лица, их нарушившие, несут административную и уголовную ответственность.

Охота остается важной формой использования природных ресурсов биосферы. Она приобретает еще большее значение в связи с задачей получения возможно большей продукции животного белка за счет растительной биомассы. Учитывая, что под сельскохозяйственное производство отводится не более 15% территории нашей планеты, очевидна актуальность поиска способов эффективной реализации фитомассы несельскохозяйственных угодий путем использования охотничьих животных.

Так, на огромных пространствах тайги лоси перерабатывают

гигантское количество растительной биомассы, и при рациональной эксплуатации популяции этих животных можно получить до 500 кг мяса с 1000 га.

Очень ценны куропатки, фазаны, косули, зайцы и некоторые другие охотничьи животные, обитающие на сельскохозяйственных угодьях. Как показывает опыт ряда стран, продуктивность сельскохозяйственных угодий можно повысить на 10-15% и более содержанием дичи на них. Этот опыт заслуживает большого внимания, так как в ряде районов нашей страны, а также в Западной Европе и США до 80% всех охотничьих угодий представляют собой культурные поля.

Мясо диких копытных и пернатой дичи составляет в питании человека лишь 1,2-2,0% мясной продукции, получаемой от сельскохозяйственных животных. Однако в ряде стран мясо диких животных преобладает в питании человека или составляет значительную долю.

Широко известны успехи охраны охотничье-промысловых животных в нашей стране. Так, в 20-х годах сильно сократилось поголовье лося, он стал повсюду редок и совсем исчез из большинства центральных районов европейской части. В результате принятых мер охраны поголовье лося восстановилось. Он вновь заселил все лесные районы. Численность этих животных за 25 лет возросла в 3 раза, и на него вновь была разрешена охота. Причем открытие в 1959 г. лицензионной охоты, предусматривающей научно обоснованные сроки добычи лося, не приостановило, а ускорило рост его численности: за последние 10 лет поголовье возросло еще в 2 раза. В настоящее время численность лося в СНГ составляет около 900 тыс. голов. Ежегодно добывают 70 тыс. особей, что дает около 9 тыс. т. мяса. Сходные результаты получены и в отношении других диких копытных. Особенно большие успехи достигнуты в охране сайгака, который как очень редкий вид был на грани полного исчезновения. Добыча всех диких копытных дает ежегодно более 35 тыс. т товарного мяса.

Большое значение имели принятые в СНГ меры охраны пушных зверей. Соболь в результате перепромысла уже в начале XX в. исчез из большинства районов тайги, ему грозило полное истребление: численность его к моменту запрета охоты составляла около 25 тыс. Наряду с запрещением промысла привели широкую реакклиматизацию соболя – завезли в более чем 100 районов, где он ранее обитал, но был истреблен. В результате численность этого ценного вида уже в 1940 г. достигла 300 тыс. Был открыт его ограниченный промысел. Как и в

случае с лосем, это не привело к новому падению численности, наоборот, поголовье соболей продолжало расти, превысило первоначальное в 12 раз и в настоящее время достигло примерно 800 тыс. Это позволяет ежегодно добывать значительное количество животных.

Успешно осуществлены в Беларуси охрана и расселение речного бобра. К моменту запрета этого ценного пушного зверя сохранилось всего несколько сотен голов в очень немногих, главным образом заповедных местах. Благодаря расселению бобра в более чем 75 областях и краях его численность возросла примерно в 150 раз, достигла 200-250 тыс. голов, и с 1961 г. на него вновь открыт лицензионный промысел.

Охрана и добыча пресноводных рыб. На долю рыбы в белковом питании человека в разных странах приходится от 17 до 83%. Мировые ее уловы быстро возрастают. Основу рыбного промысла составляет лов в открытых морях, где добывают до 85% рыбы. Но и эти запасы небеспредельны. Допустимое ежегодное изъятие рыб из Мирового океана оценивается в 80-100 млн. т, из которых в настоящее время используют около 70%. Во внутренних водоемах вылов рыб в большинстве стран достиг предела и стабилизировался или сокращается.

Во внутренних водоемах Беларуси отмечено то же явление: при общей стабилизации промысла сократилась добыча леща, судака и некоторых других видов. В ряде пресных водоемов промысел уменьшился в результате загрязнения воды, обмеления рек и возведения гидротехнических сооружений.

В связи с тем, что промысловый лов ведут сетями, законодательно определяют размер ячеек сетей. Это важная мера охраны рыб.

Для защиты пресноводных рыб важны также охрана нерестилищ, зимовальных ям, спасение молоди из отшнуровавшихся после половодья пересыхающих водоемов, борьба с зимними заморами рыб, организация прохода на нерестилища при перегораживании миграционных путей плотинами и, конечно, борьба с загрязнением воды.

Для охраны ряда проходных рыб очень большое значение имеют разнообразные предприятия, которые обычно построены в устьях крупных рек или у плотин, вылавливают производителей, проводят искусственное осеменение. Личинки рыб, полученных из икры, выдерживают в выростных прудах, а затем подросшую молодь выпускают в реки или водохранилища.

Правила рыболовства запрещают добычу рыбы с помощью

взрывчатки, огнестрельного оружия, отравляющих веществ, остроги и другими недозволенными способами, а также лов рыбы у плотин и шлюзов. Правилами определены сроки лова, для промыслового лова – размер ячеек в сетях, районы лова и т.д.

Охрана и использование других промысловых и непромысловых животных. В разных странах их осуществляют различными путями в зависимости от группы животных.

Так, добыча морских промысловых беспозвоночных исчисляется многими миллионами тонн в год. Примерно 60% из них составляют моллюски (устрицы, мидии, гребешки, кальмары, осьминоги), около 35% - ракообразные (крабы, омары, лангусты, креветки) и 5% - губки, кораллы, многощетинковые черви и др.

Как существенная форма охраны природных запасов созданы и успешно работают морские фермы по искусственному разведению устриц (Франция и др.) и по искусственному выращиванию жемчуга (Япония, Индонезия и др.).

Недостаточно разработаны меры охраны пресноводных беспозвоночных – речных раков и пресноводных жемчужниц, используемых для получения перламутра. Почти прекратился промысел пресноводного жемчуга – бисера. Решающую роль в этом сыграли перепромысел и загрязнение водоемов.

Необходимо усиление охраны насекомых-опылителей, и в первую очередь пчел и шмелей. Ряд видов этих насекомых, особенно эндемичных для некоторых районов, находится в угрожающем положении. Важнейшая мера охраны – полное прекращение применения пестицидов в период цветения медоносных растений.

Специальной охране подлежит большинство других насекомых, особенно хищных, и в первую очередь рыжий лесной муравей. Охрана муравейников от разрушения, запрещение сбора их куколок («муравьиных яиц»), опыты по разведению и переселению муравьев – лишь первые шаги на пути к их надежной защите.

Во многих странах Европы, в Японии, США вынуждены были ввести специальные законы, запрещающие лов красивых бабочек, жуков-скакунов, жуужелиц, богомолов и других насекомых.

Увлечение сбором коллекций, нередко поощряемое в школах, наносит большой урон и насекомым Беларуси. В окрестностях многих городов и поселков редкостью стали такие бабочки, как махаоны, павлиний глаз, адмирал, крупные крапивницы, бражник «мертвая голова»,

и многие другие. Одна из причин их исчезновения – сбор для коллекций, которые зачастую вскоре ломают и выбрасывают. Необходима широкая разъяснительная работа о необходимости охраны насекомых. Особо редкие, узкоэндемичные насекомые требуют специальных мер охраны – создания микрорезерватов, что вошло в практику охранных мероприятий некоторых стран.

Особое положение сложилось с ядовитыми змеями. Истребление их человеком происходило постоянно и все возрастало по мере освоения земель, однако оно не принимало угрожающих размеров. Существенно не повлиял на их численность и специальный вылов, возникший в начале XX в. в связи с изготовлением противозмеиных сывороток.

Массовый вылов ядовитых змей начался, когда были выяснены лечебные свойства их яда и широкое применение получили лечебные препараты из него. Были организованы промышленные серпентарии – питомники, в которых содержат змей для многократного получения яда от них. Серпентарии берут из природы десятки тысяч змей, поэтому запасы ряда видов уже подорваны. В связи с этим в большинстве стран Европы вылов змей полностью запрещен и разрешен лишь по лицензиям, выдаваемым органами охраны природы. Перед змеепитомниками поставлена задача воспроизводства ядовитых змей в неволе. Можно сказать, что мы стоим на пороге решения этой проблемы.

Среди земноводных сильное воздействие перелова испытывают лягушки. В ряде стран мира их употребляют в пищу, и они составляют предмет внутренней и международной торговли. Кроме того, их используют в лабораторных целях. Высокая стоимость лягушек (примерно на 20% дороже, чем лучшие сорта рыбы) при медленном воспроизводстве и отсутствии норм эксплуатации привели к их перелову во многих районах.

Учитывая исключительно большое значение лягушек и других земноводных для биологического контроля численности вредителей лесов, садов, огородов, бахчей и других сельскохозяйственных угодий, необходимо принять все меры для их охраны.

В ряде стран в период миграции лягушек к водоемам на икрометание, на дорогах вывешивают специальные знаки, некоторые дороги перекрывают на ночь.

Необходимы всемерная охрана и привлечение насекомоядных птиц, играющих очень большую роль в подавлении численности вре-

дителей лесного и сельского хозяйства. Развешивание искусственных гнезд, устройство дуплогнезд в садах и лесных полосах, введение в посадки наиболее удобных для сооружения гнезд деревьев и кустарников и зимняя подкормка птиц не потеряли своего значения. В нашей республике эти мероприятия проводят школьники и члены обществ охраны природы.

Охрана редких животных.

В большинстве случаев животное становится редким в результате прямого или косвенного воздействия человека. Первые опыты спасения именно таких редких животных, получившие широкую известность, были начаты в первой половине XX в.

Зубр – огромное дикое животное массой до 1 т и высотой в холке до 2 м в прошлом был широко распространен в Западной и Центральной Европе, на востоке от Дона и на Кавказе. Но уже к началу XVIII в. эти животные остались только в Белоруссии, Литве, Польше и на северо-западе Кавказа. К началу XX в. в естественном состоянии зубр сохранились в Беловежской Пуще и в верховьях Кубани на Кавказе. Последний зубр в Беловежской Пуще был убит в 1920 г., а в 1927 г. та же участь постигла последнего кавказского зубра. Только 56 животных еще жили в зоопарках и питомниках. Зверь был на грани полного исчезновения.

В 1923 г. по инициативе польских зоологов было создано Международное сообщество по охране зубра, положившее начало сложной работе по восстановлению вида. Общество составило первую родословную книгу зубров, в которую было занесено каждое животное, получившее свою кличку и номер, что крайне важно для подбора пар.

Через 10 лет после гибели последнего вольно живущего в Беловежской Пуще зубра обществу удалось привезти в ее питомник трех зубров, затем еще девять из зоопарков Европы и приступить к практическим работам по восстановлению стада.

В середине 40-х годов ученые Польши, Белоруссии и России начали широкомасштабные мероприятия по восстановлению зубра в питомниках Беловежской Пуши. Одновременно проводили работу в центральном питомнике зубра Приокско-Тerrasного заповедника. С 1940 г. вели и в Кавказском заповеднике.

Уже в 1961 г. зубров успешно разводили не только в питомниках. В Беловежской Пуще сложилось единое вольное стадо, и чистокровные особи свободно бродили по заповеднику, переходя государст-

венную границу с Польшей. В Кавказском заповеднике зубры также жили в питомнике и на свободе. К середине 80-х годов нашего столетия во всем мире насчитывалось более 2000 чистокровных зубров, но только в Беловежской Пуще есть вновь созданные популяции, обитающие на свободе. Здесь на воле в 19 пунктах живет более 750 беловежских зубров и в питомниках около 200 животных. Кроме того, около тысячи гибридных зубров обитает на Кавказе.

Бизон – ближайший американский сородич зубра – известен своей трагической историей. В степях и лесах Северной Америки от Северной Мексики до Центральной Канады и от Скалистых гор до берегов Атлантического океана жило не менее 60 млн. этих великанов. Для большинства племен индейцев они были основным источником существования, что, однако, не отражалось на поголовье животных.

Положение резко изменилось, когда началась активная колония Северной Америки. Бизонов стали беспощадно истреблять. К началу 80-х годов XIX в. миллионные стада их были уничтожены и лишь в Йеллоустонском национальном парке оставалось около 20 особей – последних в США. В это же время несколько тысяч степных и около 300 лесных бизонов еще жило в Канаде. В 1905 г. энтузиасты охраны природы в США и Канаде организовали Американское общество защиты бизонов, которое добилось организации трех резерватов в США, а в Канаде был организован национальный парк Вуд-Баффало, где обитало около 2000 лесных бизонов. Однако в 1925-1928 гг. сюда завезли из различных районов, где не хватало пастбищ, более 6,5 тыс. степных бизонов, вместе с которыми был занесен туберкулез. Еще большую опасность представляла возможность свободного скрещивания лесных и степных особей, что создало угрозу полного исчезновения лесного подвида. В 1957 г. в парке было найдено изолированное стадо лесных бизонов в 200 голов, из которого отловили 18 животных и перевезли в специальный резерват на правом берегу реки Маккензи. На заповедных участках США обитает более 10 тыс. степных бизонов, в Канаде – более 20 тыс. степных и около 300 тыс. лесных. Ежегодно около 10% степных животных приходится отстреливать, так как территории, где они могут жить, ограничены.

Сайгак – древняя антилопа пустынных степей – еще один пример спасенного, а некогда почти совсем исчезнувшего животного.

Еще в XVII – XVIII вв. табуны сайгаков паслись в южных степях Европы и Азии. Интенсивное заселение человеком южных степей

европейской части России, сопровождаемое распашкой земель и усиленной охотой, повлекло за собой быстрое сокращение его адреса в XIX в. К началу XX в. сайгак сохранился лишь в глухих районах правобережья Нижней Волги и в Казахстане. Интенсивная охота на него определялась не столько хорошим качеством мяса, сколько высокой ценой на рога, которые шли на продажу в Китай как лекарственное сырье.

Декрет 1920 г. об охоте полностью запретил добычу сайгаков. В 30-х годах стали заметны рост их поголовья и расселение. Особенно ускорились эти процессы после Великой Отечественной войны. В конце 40-х годов численность сайгака достигла промыслового уровня.

С 1951 г. в Нижнем Поволжье и с 1954 г. в Казахстане был разрешен промысел на сайгака, численность которого достигла примерно 1 млн. голов, т.е. такого размера, как 100 лет назад. В последующие годы количество животных стабилизировалось на уровне 1,5-2,0 млн. голов. В 80-х годах добывали до 500 тыс. сайгаков, дающих около 6 тыс. т превосходного мяса, 20 млн. дм² кожи и лекарственное сырье.

В настоящее время существование сайгака снова находится под угрозой.

Лошадь Пржевальского – единственный сохранившийся на Земле вид дикой лошади после гибели тарпана – вряд ли встречается в естественном состоянии. Ее разводят с 1899 г. в питомниках и с 1901 г. в зоопарках. Создана племенная книга. На 1 января 1983 г. во всем мире насчитывалось около 500 лошадей Пржевальского, в том числе 44 – в заповеднике «Аскания-Нова». В Монголии и Казахстане предпринимаются попытки выпустить живущих в неволе лошадей в былые места их обитания.

Охрана белого американского журавля великолепно иллюстрирует возможности спасения редких птиц. Однако подобное мероприятие требует много усилий. Этот журавль был некогда обычной птицей болот Северной Америки. Прямое преследование и осушение болот привели к тому, что в начале XX в. он как гнездящаяся птица исчез в США. В Канаде сохранилось всего 20-30 птиц, места гнездования которых были неизвестны. В 1937 г. нашли последнее место их зимовки в резервате Арканзас на болотистых лугах штата Техас, где к 1941 г. оставалось всего 15 птиц. Только в 1954 г. были обнаружены их гнезда в глухом уголке канадского национального парка Вуд-Баффало.

Орнитологическое общество разработало программу охраны этих журавлей и добилось ее осуществления. Места их гнездовых и зимовок стали тщательно охранять, пролетные стаи журавлей оберегали сопровождающие их специальные самолеты, была развернута широкая пропаганда по охране птиц. Но этого оказалось недостаточно, необходимы были более активные формы для восстановления численности редчайшей птицы. С этой целью в научном центре Патуксент стали инкубировать яйца, которые брали по одному из гнезд в природе. Кроме того, яйца белых журавлей начали подкладывать в гнезда канадских журавлей. В результате принятых мер к 1978 г. число птиц удалось довести до 105, из них 27 как резерв живут в неволе.

Животные, находящиеся под угрозой исчезновения. Количество таких видов велико. К ним относят не только промысловые виды зверей и птиц, но и многих других млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных, рыб и беспозвоночных.

Для создания редких видов животных была создана Комиссия по редким животным.

Основной задачей Комиссии стало создание мирового аннотированного списка животных (позднее и растений), которым грозит исчезновение. Эта фундаментальная работа получила название Красная книга, поскольку красный цвет – сигнал опасности. Подготовка первого издания потребовала 14 лет напряженной работы крупнейших специалистов многих стран мира. За первым изданием в 1963 г. последовали – другие, все более совершенные; в 1978-1980 гг. вышло четвертое издание, а в 1982 г. начали выходить первые тома пятого издания.

Начиная со второго издания было установлено пять категорий редких видов, включенных в Красную книгу.

1. Исчезающие виды – находящиеся под серьезной угрозой исчезновения, спасение которых уже невозможно без осуществления специальных мер охраны. Сведения о таких видах печатают на красных листах бумаги, чтобы подчеркнуть их бедственное положение.

2. Сокращающиеся виды – еще встречающиеся в количествах достаточных для выживания, но численность которых продолжает быстро и неуклонно падать. Данные о них напечатаны на желтой бумаге.

3. Редкие виды – не находящиеся под прямой угрозой вымирания, но встречающиеся в небольшом количестве или на таких ограниченных территориях, что могут вскоре исчезнуть. Информацию о них печатают на белой бумаге.

4. Неопределенные виды – малоизвестные, возможно, находящиеся под угрозой, но недостаток сведений о которых не позволяет достоверно оценить состояние их популяций. Эти виды лишь перечисляют в конце книги.

5. Восстановленные виды – ранее входившие в одну из трех первых категорий, но численность которых благодаря охране восстановлена. Сведения о них печатают на зеленых листах. Таким образом, Красная книга стала не только сигналом опасности и программой работ по спасению редких животных и растений, но и первым итогом этих работ.

В четвертое издание Красной книги включено следующее количество видов и подвидов позвоночных животных мировой фауны: млекопитающих соответственно 226 и 79, птиц 181 и 77, пресмыкающихся 77 и 21, земноводных 35 и 5, рыб 168 и 25. Среди них восстановленных видов и подвидов млекопитающих семь, птиц четыре, пресмыкающихся два вида. Работа над Красной книгой продолжается. Последнего варианта ее в принципе быть не может, так как условия обитания животных постоянно изменяются. Вместе с тем предпринимаемые усилия приносят хорошие плоды, о чем свидетельствует появление категории восстановленных форм.

Занесение в Красную книгу того или иного вида животных (и растений) означает признание наиболее авторитетной международной научной организацией того факта, что этот вид действительно нуждается в повседневной заботе. Каждая страна, на территории которой обитает вид, занесенный в Красную книгу, несет моральную ответственность перед всем человечеством за сбережение этого сокровища природы.

В Республике Беларусь установлена государственная ответственность за животный мир, принято положение о том, что животные – это один из основных компонентов природной среды и важная составная часть природных богатств. Законы Республики предусматривают сохранение всего видового многообразия животных, охрану среды их обитания, условий размножения и пути миграции животных, научно обоснованное, рациональное использование и воспроизводство животного мира, регулирование численности животных в целях охраны здоровья человека и сельскохозяйственных животных, а также предотвращение гибели животных при проведении сельскохозяйственных, лесозаготовительных и других работ, использование средств защиты

растений, минеральных удобрений и других препаратов. Особое место в законах отведено охране и восстановлению численности редких и находящихся под угрозой исчезновения видов.

Деятельность государственных, научных и общественных организаций Республики Беларусь должна быть направлена на то, чтобы сохранить все биологические виды. Нельзя забывать, что по прогнозам ученых, в следующие 20-30 лет под угрозой исчезновения будет находиться около 1 млн. видов животных и растений. Каждый спасенный от гибели вид – это сохраненный для народного хозяйства природный ресурс. Черный список погибших видов нашей планеты – безвозвратно утраченные возможности повышения благосостояния человечества.

11. ЭКОЛОГИЯ – ОСНОВА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Красная книга Беларуси.

У зоологов и экологов республики Беларусь уже имеются некоторые успехи в деле спасения исчезающих видов. Серьезные меры охраны, принятые для восстановления численности зубра, привели к тому, что поголовье этих редчайших животных значительно возросло. И теперь зубра можно увидеть не только в Беловежской пушке, но и в Березинском биосферном заповеднике и его окрестностях. Там-же, в тихих заводях Березины, значительно возросла численность такого редкого и ценного млекопитающего, как бобр.

Начиная с середины апреля просыпаются в белорусских лесах первые хрупкие весенние цветы. И тут же появляются любители собирать их в большие букеты. На улицах крупных городов появляются торговцы первоцветом. Никто из них не думает о том, что из года в год все меньше и меньше первоцветов распускает свои нежные цветки. И может наступить время, когда они вовсе исчезнут. В Беларуси сейчас насчитывается свыше 1600 видов высших растений, а около 70 видов за последние 100 лет исчезли с ее территории.

Первое республиканское издание Красной книги было принято в 1981 г. В то время на ее страницы попало 80 видов животных и 85 редких и исчезающих видов растений. Второе издание Красной книги вышло в 1993 г. В нее включено уже 182 вида животных, 180 – растений, 17 – грибов и 17 видов лишайников. Все виды животных и растений, попавшие на страницы Красной книги, сгруппированы

по разделам: млекопитающие, птицы, рептилии, амфибии, рыбы, насекомые, двусторчатые моллюски, ракообразные, плаунообразные, хвощеобразные, папоротникообразные, голосеменные, покрытосеменные, мохообразные, водоросли, лишайники, а также грибы. Каждый вид охарактеризован с точки зрения его статуса, то есть категории охраны. Таких категорий пять.

I категория – виды находятся под угрозой исчезновения, их спасение невозможно без принятия специальных мер охраны. Среди животных, попавших в эту категорию охраны, такие виды, как выхухоль, дрофа, обыкновенная жемчужница. Из растений этой категории можно указать большой хвощ, чистоуст величавый, или королевский папоротник, пихту белую с единственным местопроизрастанием в Беловежской пуше, волчник боровой, первоцвет высокий, венерин башмачок, из грибов – трюфель летний.

Ко II категории охраны относятся виды, численность которых пока относительно высока, но катастрофически быстро сокращается. Такое уменьшение численности может поставить под угрозу существование целого ряда растений. К редким видам животных этой категории относятся беловежский зубр, красный коршун, беркут, филин, стерлядь, ручьевая форель, широкопалый рак. Из представителей растительного мира в эту категорию охраны попали баранец обыкновенный, полушник озерный, кувшинка белая, купальница европейская, медвежий лук, из грибов – дождевик гигантский.

III категории включает редкие виды, которым пока не грозит исчезновение, но они встречаются в очень небольшом количестве и на ограниченных территориях. Из животных, относящихся к данной категории, можно отметить бурого медведя, барсука, черного аиста, лебедя шипуна, степного луня, болотную черепаху, медянку, камышовую жабу, обыкновенного хариуса и представителя беспозвоночных из отряда бокоплавов – понтопорею. Среди растений отметим водный папоротник, сальвинию плавающую, кубышку малую, ветреницу лесную, березу карликовую, водяной орех, плющ обыкновенный, касатик сибирский, рододендрон желтый.

IV категория включает виды с изученной биологией, что не позволяет отнести их к какой-то категории, численность и состояние которых вызывает тревогу. В группу животных здесь попали большая выпь, серый журавль, сом, черный аполлон, махаон, жук-олень, в группу растений – фиалка топяная, лилия кудреватая, борщевик обыкновенный.

новенный.

К V категории относятся виды, которые восстановили свою численность благодаря принятым мерам охраны, но промысловому использованию не подлежат. В растительном мире Беларуси такие виды не выделены. Из животных в данную категорию попали представители рыб – сипуха, вьюрок.

Выход в свет Красной книги Беларуси не означает, что уже приняты действенные меры охраны. Сведения, содержащиеся в ней, – это только ориентир на охрану включенных в нее видов. Насущной проблемой становится проведение конкретных мероприятий, чтобы обеспечить их практическую охрану. Красная книга является основным научным документом, где определено современное состояние редких и исчезающих видов растений и животных, которые находятся под угрозой исчезновения. На основе этого документа проводится прогнозирование развития растительного и животного мира Беларуси и разработка практических мер по его охране. Выход в свет Красной книги – это лишь постановка задачи. И от нас с вами зависит, как эта задача будет решаться.

Заповедные и другие охраняемые территории.

Наиболее совершенной формой охраны живой природы является заповедный режим. Организация заповедных территорий и надежный способ сохранения тех остатков могущественной некогда Природы, которым угрожает исчезновение по вине человека. Поэтому деятельность естествоиспытателей большинства стран направлена на расширение географической сети заповедных территорий и увеличение их площади.

Главная проблема охраны природы – это не защита отдельных видов растений или животных, а сохранение в биосфере достаточно обширной сети центров генетического разнообразия для обеспечения нормального развития широкого диапазона эволюционных процессов.

Идея сохранения уголков нетронутой природы с целью сбережения природных ресурсов возникла не в наше время. Сохранились сведения, что еще до нашей эры правители некоторых развитых государств принимали природоохранительные законы. Имеется свидетельство, что индийский император Ашок в 242 г. до н.э. издавал указы об охране лесных массивов и охотничьей фауны.

В XVI в. в окрестностях Киева был расположен так называе-

мый «Красный двор», вокруг которого охранялись лесные охотничьи угодья. Исторически сложилось так, что возникновение первых заповедных территорий было напрямую связано с утилитарным, потребительским подходом к окружающей природе. Именно поэтому на Руси первые заповедные участки возникли в местах поселения ценных для человека видов животных, таких как бобры, туры, или редких – зубров, антилоп, страусов, кенгуру (заповедник Аскания-Нова).

Одним из самых старых заповедников Европы является знаменитая Беловежская пушча. Охрана ее природных богатств велась с начала XI ст. Лесные массивы, помогающие населению отдельных стран и районов в отражении захватнических действий многочисленных противников, также усиленно охранялись. Эти лесные массивы назывались «засеками». Могучие деревья на определенной площади подрубались (засекались) выше человеческого роста в сторону предполагаемого противника и становились естественной защитой при нападении врага. Такие засеки создавались на южных границах Московского государства (тульские и др.). На Днепре для защиты от нападения крымских татар специальным указом от 1765 г. были взяты под охрану леса острова Монастырский.

Таким образом, несмотря на расточительное отношение к природе, человек все же был вынужден прибегать к природоохранительным мероприятиям. Однако никакого научного подхода при отведении природных территорий для охраны вплоть до XIX в. не существовало. Первым из естествоиспытателей, кто отметил необходимость целевой охраны природных компонентов, был известный путешественник и географ А. Гумбольдт. Во время путешествия по Венесуэле в 1799-1804 гг. он предложил термин «памятник природы» для охраны группы вековых деревьев из семейства мимозовых и позже ввел это понятие в научную литературу.

К середине XIX в. необходимость организации крупных природоохранных территорий для сохранения неповторимых природных ландшафтов стала очевидна для многих естествоиспытателей. Природоохранное движение набирало силу, и следствием этого стала разработка концепции национального парка – особой обширной территории, которая включает охраняемые природные ландшафты, не затронутые человеческой деятельностью. Главное назначение национального парка наряду с сохранением природных комплексов в неприкосновенности – это рекреационная деятельность (отдых человека на лоне приро-

ды).

Первый в мире национальный парк был создан в США в 1872 г. Это Йеллоустонский национальный парк. Он занимает площадь 898 тыс. га и располагается в зоне хвойных лесов. На его территории находится около 3000 гейзеров и горячих источников. Идею создания национальных парков подхватили Мексика (национальные парки Дезирто де Лос Леоне – 1876 г. и Эль Чико – 1898 г.) и Канада (национальные парки Глейшерский – 1886 г. и Банфиский – 1887 г.). В Европе первые национальные парки были организованы в Швеции (Сарек, Стора Сейффаллет и Пелекайсе).

В 1913 г. в Швейцарии состоялась конференция по проблеме международной охраны природы. На ней впервые была обоснована необходимость организации в различных природных зонах крупных заповедников, в которых охранялись бы основные компоненты биотозы – животный и растительный мир. Одновременно с этим высказывались идеи о международном сотрудничестве в природоохранном деле. Природа не знает границ, искусственно возведенных человеком. Как известно, Амазония раскинулась на южноамериканском континенте на территории нескольких государств. Разрозненные усилия каждого из них по сохранению уникальной экосистемы тропического дождевого леса принесут мало пользы. Только совместные усилия по охране лесов в бассейне Амазонки могут дать действенные плоды.

Первый в России заповедник был создан на острове Вайка в Эстонии в 1910 г. В 1912 г. по инициативе известного ботаника К. Купфера в Западной Латвии, на острове Морисчала, был учрежден резерват, имевший статус заповедника. Несколько позже в 1916 г., основаны заповедники Баргузинский – на побережье озера Байкал и Кедровая Падь – в Приморском крае. В 1987 г. в СССР было создано 156 заповедников и заповедно-охотничьих хозяйств. На земном шаре сейчас насчитывается свыше 20 тыс. заповедных объектов различных типов.

В настоящее время общепринятой классификации заповедных объектов живой и неживой природы не существует. Под системой охраняемых территорий понимается совокупность экологически взаимосвязанных природных объектов, выполняющих важнейшие средо-, ресурсо- и информационно-охранные функции. Такие территории исключаются из традиционного хозяйственного использования (рубка леса, осушение, орошение и т.п.). В опубликованной «Мировой стратегии охраны природы» (1978) говорится, что в настоящее время почти

каждый природный объект – большинство видов растений и животных (или хотя бы отдельные их популяции в разных частях ареалов), биоценозов, экосистем и ландшафтов – нуждается в той или иной степени охраны. Однако реально организовать действенную охрану природных объектов можно лишь для ограниченного их числа, поэтому необходимо сосредоточить усилия хотя бы на самых важных.

Выделяется несколько видов заповедных объектов, подлежащих охране.

Заповедники – особо охраняемые пространства, полностью исключенные из любой хозяйственной деятельности ради сохранения в нетронutom виде природных комплексов, а также охраны редких и исчезающих видов растений и животных. Предназначены для сохранения в естественном состоянии типичных ландшафтов и экосистем. Подчинены строгому режиму охраны, который запрещает всякую деятельность человека, не связанную с задачами заповедника.

Национальные парки – обширные участки территории, включающие охраняемые природные ландшафты, выделенные для охраны природы в оздоровительных, эстетических, научных и культурно-просветительских целях. В пределах национального парка выделяют зоны заповедного режима, умеренного (шадящего) хозяйственного и рекреационного использования и интенсивного хозяйственного и рекреационного использования. В настоящее время в мире организовано более 2300 национальных парков, в Европе – более 160. Мировая площадь всех национальных парков – более 4 млн. км². Основные задачи заповедников и национальных парков – сохранение природных экосистем, поддержание экологического разнообразия природной среды, сохранение природного генофонда животных и растений, сохранение живописных уголков природы и объектов культурного наследия.

Резерваты природы – природные охраняемые территории с заповедным или заказным режимом. Резерваты обычно невелики по площади и создаются с целью охраны зонально или азонально встречающихся редких растительных группировок и биотопов животных. Особенно много резерватов создано в островных экосистемах, где флора и фауна особо легко уязвимы. В Новой Зеландии, например, создано около 1300 природных резерватов, в которых охраняются не только отдельные виды птиц, растений, но и водопады, пещеры и т.п.

Памятники природы – природные достопримечательности, имеющие научное или культурно-эстетическое значение, а также объ-

екты природы, связанные с какими-либо историческими событиями или лицами. Обычно это охраняемые территории небольшого размера – памятные, исторически ценные или вековые деревья, водопады, пещеры, геологические обнажения, ледниковые валуны, отдельные водоемы, места исторических событий, старинные аллеи и парки и т.п.

Кроме этих категорий охраняемых объектов, вокруг городов и санаторно-курортных комплексов создаются специальные зеленые зоны и выделяются курортные леса. Не подлежат рубке лесные массивы у истоков и по берегам водоемов – водоохранные леса.

Заказники природы – участки природной территории, где временно или постоянно запрещены отдельные формы хозяйственной деятельности человека. Представляют интерес в научном, познавательно-воспитательном и культурном отношении. Организация заказников – это целевая форма охраны природных компонентов природных экосистем, один или многие виды живых существ, ценные объекты живой природы или живописные типы ландшафта. Обычно заказники организуются для увеличения численности диких животных в природных условиях и для восстановления ресурсов ценных растений – лекарственных эфиромасличных, декоративных и др. В заказниках устанавливается частичный режим охраны и допускается деятельность человека, не наносящая ущерба объектам охраны. Заказники могут быть различного назначения: комплексные, ботанические, зоологические, гидрологические, геологические, озерные, ландшафтные, охотничьи, мемориальные и иные.

Ландшафтные парки – искусственно созданные или окультуренные охраняемые антропогенные ландшафта, отличающиеся природными достопримечательностями и высокой эстетичностью. Территория ландшафтного парка обычно имеет благоприятные климатические условия, ценные для оздоровления, отдыха, туризма, и чаще всего используется в рекреационных целях.

Биосферные заповедники.

В 1970 г. на XVI сессии Генеральной конференции ЮНЕСКО (Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры) была принята международная программа «Человек и биосфера» – МАБ («Man and Biosphere»). Эта программа утверждена в связи с возрастающим воздействием человека на окружающую природную среду и призвана обеспечить на основе комплексных фунда-

ментальных исследований получение данных, необходимых для рационального использования природных ресурсов и управления процессами, протекающими в биосфере. В рамках этой программы создана сеть охраняемых природных территорий, называемых биосферными заповедниками.

Биосферные заповедники – это охраняемые, наиболее характерные эталонные участки биосферы, созданные в различных географических зонах Земли.

Считается, что территория биосферного заповедника практически не испытывает локальных воздействий преобразованных человеком окружающих ландшафтов. Главное предназначение биосферных заповедников – сохранение в естественном виде природных экосистем и их генофонда, а также постоянный и всесторонний контроль за состоянием и ходом различных изменений, протекающих в биосфере (экологический мониторинг).

Основные задачи биосферных заповедников заключаются в сохранении разнообразия и целостности сообществ растений и животных в пределах природных экосистем, генетического разнообразия генофонда, проведении долгосрочных научных исследований в естественных условиях.

Любой биосферный заповедник должен отвечать следующим основным требованиям:

- быть типичным эталоном данной природной зоны;
- обязательно иметь на своей территории редкие виды растений и животных или уникальные комплексы;
- представлять пример гармонического развития природы при исторически сложившемся традиционном хозяйственном использовании данной территории;
- иметь эффективную охрану территории и прочную базу для проведения долгосрочных научных исследований;
- представлять эталон (нулевую точку, точку отсчета) для оценки изменений, протекающих в биосфере.

Все биосферные заповедники мира проектируются по единой принципиальной схеме, обязательной для всех заповедников такого ранга. Модель биосферного заповедника включает три зоны.

В центре – ядро заповедника, в котором охраняется биологическое разнообразие животных и растений. Здесь эволюция раститель-

ных и животных видов может происходить по возможности естественным способом. Это абсолютно заповедная территория, где запрещаются все виды хозяйственной деятельности и обеспечивается естественное развитие природных процессов. Всякое вмешательство человека, кроме проведения научных исследований, запрещено.

Вокруг ядра формируется более широкая буферная, или научно управляемая зона. В этой охраняемой зоне частично разрешены те виды деятельности, которые совместимы с развитием устойчивых природных экосистем. Здесь ведется наблюдение за структурой и функционированием экосистемы, когда она подвергается различным видам антропогенного воздействия и использования. Чаще всего эта зона совпадает с границами заповедника.

За буферной идет охранный, или переходный, зона для снижения негативного влияния прилегающих хозяйственных территорий на природные комплексы заповедника. Режим ведения хозяйства в буферной зоне согласуется с администрацией заповедника.

Первые биосферные заповедники были организованы во второй половине семидесятых годов. К 1984 г. их число в 58 странах мира составило 226, к 1985 г. их стало 243 (60 стран), а к 1995 г. – 325 (82 страны мира). Как видно, число заповедных участков на Земле постоянно растет.

Охраняемые территории Беларуси.

В Беларуси проблемы охраны природной среды стали подниматься только в 20-е годы нашего столетия. 30 января 1925 г. в 100 км севернее г. Минска в верхнем течении реки Березина был создан Березинский государственный заповедник. Это была первая официально утвержденная заповедная территория Беларуси. В месте размещения заповедника, где протекает Березина со многими ее притоками, сохранились труднодоступные лесные и болотные массивы с естественными популяциями лося, медведя, бобра, выдры, европейской норки и других животных. Это одно из немногих мест в Европе, где сохранились естественные массивы черноольхово-ясеневых лесов и обширных болот.

Природоохранная деятельность 20-30-х годов проводилась в основном на базе опытных лесных станций – Жорновской, Горецкой, Велятичской, которые с 1926 г. были объединены в Центральную лесную опытную станцию. В 1939 г., после воссоединения с Западной Бе-

ларусью, государственным заповедником была объявлена белорусская часть Беловежской пуши. В 1991 г. на базе Государственного заповедно-охотничьего хозяйства Беловежская пуша создан первый белорусский национальный парк с одноименным названием. «Беловежская пуша» характеризуется наибольшим богатством видового состава сосудистых растений (885 видов).

В 1969 г. был организован Припятский ландшафтно-гидрологический заповедник площадью 60,3 тыс. га. Он расположен на землях древнего Туровского княжества и объединяет сохранившиеся полесские болота и естественную пойму реки Припять – главной водной артерии Беларуси. Болотные сообщества (верховые, переходные и низинные) представляют собой остатки крупнейшего болотного комплекса Европы, значительно сократившего свою площадь в связи с интенсивными мелиоративными работами, начавшимися в 60-х годах. В заповеднике сохранились крупные уникальные массивы пойменных дубрав, единственные во всей Европе. Природные комплексы заповедника являются наиболее сохранившейся в естественном состоянии пойменной экосистемой.

На просторах Припятского заповедника обитают множество водоплавающих птиц, белые и черные аисты, серые цапли. Не редки здесь выдра, бобр, енот-полоскун, ондатра. В осоковых болотах встречаются популяции редкого гнездящегося вида – вертлявой камышовки. По оценкам ученых Института зоологии НАН Беларуси, около половины мировой популяции вертлявой камышовки обитает в Белорусском Полесье. В 1997 г. на базе Припятского ландшафтно-гидрологического заповедника организован национальный парк «Припятский».

В 1979 г. Березинский заповедник в числе первых в бывшем СССР получил статус биосферного и включен в мировую сеть биосферных заповедников. На базе Березинского заповедника в 1983 г. был проведен I Международный конгресс по биосферным заповедникам.

В 1995 г. вслед за национальным парком «Беловежская пуша» был создан национальный парк «Браславские озера», расположенный на севере Беларуси на Браславской возвышенности. Территория национального парка представляет собой своеобразный природный комплекс с неповторимым сочетанием гряд, холмов, озер, заболоченных низин и речных долин. Все это привлекает сюда многочисленных ту-

ристов и любителей путешествий.

В настоящее время разработаны обоснования по созданию еще нескольких национальных парков: «Белая Русь», «Налибокский», «Свислочско-Березинский», «Суражский» и др. Кроме заповедников и национальных парков, имеются также заказники и памятники природы.

В 1999 г. с целью охраны уникальных ландшафтов вокруг жемчужины Беларуси – озера Нарочь создан национальный парк «Нарочанский».

Национальный парк «Нарочанский» (далее – национальный парк) создан в целях сохранения уникальных природных комплексов, более полного и эффективного использования рекреационных возможностей природных ресурсов Мядельского района и сопредельных с ним территорий.

Основными задачами Национального парка являются:

- сохранение природного комплекса Нарочанской группы озер как исторически сложившегося ландшафта и генетического фонда растительности и животного мира, типичного для Нарочанского региона;
- организация экологического просвещения и воспитания населения;
- проведение научных исследований, связанных с разработкой и внедрением в практику научных методов сохранения биологического разнообразия, изучением природных объектов и комплексов;
- разработка и внедрение в практику научных методов охраны природы и природопользования;
- ведение комплексного хозяйства на основе традиционных методов и передовых достижений природопользования.

Территорией Национального парка являются земли, предоставленные ему в постоянное пользование, земли иных землевладельцев, землепользователей и собственников земельных участков.

Земли Национального парка являются землями природоохранного назначения, на которых запрещается деятельность, противоречащая их целевому назначению.

Заповедная зона, предназначена для сохранения и восстановления наиболее ценных природных комплексов и объектов, создания условий для их естественного эволюционного развития и изучения. В данной зоне запрещаются все виды деятельности, кроме проведения научных исследований и мероприятий по ее охране.

Нахождение в заповедной зоне посторонних лиц без специального разрешения Национального парка запрещается. Научные и охранные мероприятия в заповедной зоне осуществляются по планам и проектам, разрабатываемым и утверждаемым в установленном порядке.

Существует зона регулируемого использования, которая предназначена для изучения, сохранения, восстановления нарушенных природных комплексов, воспроизводства и использования природных ресурсов путем применения передовых методов щадящего природопользования.

Срок функционирования зоны регулируемого использования не устанавливается на территории, где расположены как естественные, так и нарушенные деятельностью человека природные комплексы.

В зоне регулируемого использования разрешаются:

- проведение научных исследований;
- осуществление мероприятий по восстановлению нарушенных природных комплексов и воспроизводству природных ресурсов;
- осуществление противопожарных мероприятий (устройство, минерализация просек и противопожарных разрывов, устройство водоемов и систем противопожарного назначения, уборка ветровала, бурелома, сухостоя);
- строительство и ремонт дорог, связанных с задачами и целями Национального парка;
- защита (преимущественно биологическими методами) участков леса от вредителей и болезней;
- проведение санитарных рубок, рубок ухода за лесом, рубок по формированию коренных фитоценозов, лесовосстановительных мероприятий, направленных на повышение устойчивости лесных экологических систем, в соответствии с утвержденным проектом организации и развития Национального парка;
- подкормка копытных в экстремальных условиях;
- осуществление санитарно-ветеринарных, лечебно-профилактических и биотехнических мероприятий в целях сохранения генофонда, а также предупреждения заболеваний диких животных;
- туризм и проведение экскурсий под руководством экскурсоводов и специалистов.

На территориях, прилегающих к Национальному парку, создается охранный зона, которая предназначена для предотвращения не-

гативного влияния хозяйственной и иной деятельности на природные комплексы и объекты Национального парка.

Границы охранной зоны обозначаются на местности специальными информационными и другими знаками и учитываются в планах землеустройства иных территориальных планах и проектах.

В охранной зоне запрещаются:

- проведение работ по акклиматизации видов диких животных и растений чуждых местной флоре и фауне;
- выполнение работ, вызывающих изменение гидрологического режима водоемов, водотоков и грунтовых вод либо оказывающих влияние на природные комплексы Национального парка;
- сброс в водоемы и водотоки неочищенных сточных вод и отходов;
- расчистка водной и прибрежной растительности в водоохранных зонах рек и водоемов, за исключением мелиоративной сети;
- проведение изысканий, проектирование и строительство мелиоративных систем и торфопредприятий в пятикилометровой полосе от границ Национального парка в пределах охранной зоны;
- другие виды хозяйственной деятельности, которые могут оказать негативное воздействие на природные комплексы Национального парка.

Лесоразработки, охота и промысловый лов рыбы осуществляются в охранной зоне в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

Землевладельцы, землепользователи и собственники земельных участков в границах охранной зоны обязаны соблюдать установленный режим охраны и использования этой зоны.

Таким образом, на территории Беларуси в настоящее время действуют 2 государственных заповедника (Березинский биосферный и Полесский радиационно-экологический), 4 национальных парка («Беловежская пуща», «Браславские озера», «Припятский», «Нарочанский»), а также 86 заказников. Общая охраняемая площадь составляет 1796,7 тыс. га (7,9%).

Мониторинг окружающей среды.

Под мониторингом понимают систему наблюдений, оценки и прогноза состояния окружающей природной среды. Мониторинг окружающей природной среды основан на трех независимых элементах:

мониторинге окружающей природной среды, мониторинге искусственной или преобразованной окружающей среды и мониторинге антропоферы. Объект первого мониторинга – абиотические компоненты окружающей среды (литосфера, гидросфера, педосфера и атмосфера). Мониторинг антропогенных изменений дает оценку и прогноз состояния преобразованной и искусственной окружающей среды. Мониторинг антропоферы осуществляется методами демографического и санитарно-гигиенического мониторингов.

В целом задачи, стоящие перед мониторингом, заключаются в выявлении и наблюдении за источниками и воздействиями антропогенных факторов на окружающую среду и, прежде всего на биологические системы с конечной целью принятия решений по регулированию ее качества. Различают четыре группы антропогенных факторов.

1. Факторы-тела. К ним относятся измененный рельеф, водоемы, каналы, почвы, здания, интродуцированные виды животных и растений и т.д. Многие из этих факторов существуют длительное время. Например, курганы скифов, пирамиды фараонов и т.п. Как правило, факторы тела неподвижны. Интродуцированные животные представляют в этом отношении исключение, как и растения, которые, распространяя семена с помощью ветра, насекомых и птиц, могут расширять свой ареал.

2. Факторы-вещества. Эти антропогенные факторы не ограничены пространством, степенью концентрации и воздействия на среду. К ним относятся аэрозоли, химические элементы и вещества, радиоактивные вещества, примеси в воде, промышленные сточные воды, выбросы предприятий и т.д. Одни из них быстро разрушаются, другие находятся в природе многие сотни и тысячи лет (радиоактивные элементы). Вследствие этого они могут накапливаться в почве и в живых организмах.

3. Факторы-процессы. Весьма многообразны. Это, прежде всего различная деятельность человека, стихийная и направленная перевозка растений и животных, интродукция, выведение пород животных, селекция растений, эксплуатация природных ресурсов, коррозия металлов, вспашка почвы, различные виды эрозии почвы, изменение уровня воды, антропогенный элементов и веществ и т.д. Факторы-процессы отличаются большой динамичностью.

4. Факторы-явления. К этой группе относятся свет, тепло, радиоволны, электротоки, давление, загрязнение воды и атмосферы, шум,

вибрация. Их действие пространственно ограничено, с увеличением расстояния от их источника они исчезают. Эти факторы отрицательно воздействуют не только на естественные процессы в природе, но и на живые организмы, в том числе и на человека. Например, из-за сильного шума не только ухудшается самочувствие человека, расстраиваются сон, важные физиологические процессы, но и снижаются продуктивность коров, яйценоскость кур и др. Статистические данные ряда зарубежных стран показывают, что в результате повышения интенсивности шума в городах производительность труда снижается на 15-20%.

Надо иметь в виду, что антропогенные факторы не изолированы, а, как правило, действуют в виде определенного комплекса, вызывая синергический эффект. Следует предпринять самые действенные меры по борьбе с указанными неблагоприятными факторами, ибо кумулятивный эффект их бывает непредсказуем.

Мониторинг проводят как на локальном, местном, так и на глобальном уровне с установлением критических факторов воздействия, критических зон и элементов биосферы, которые максимально подвергаются воздействию этих факторов.

Глобальная система мониторинга оценивает сложившееся фоновое состояние биосферы. При изучении фонового мониторинга отдельно рассматривают абиотическую и биотическую части биосферы. Существуют региональные и базовые станции системы мониторинга. На региональных станциях изучают антропогенные факторы, их источники и воздействие на окружающую среду. На базовых – получают глобальную информацию о состоянии среды.

На территории каждого государства должен осуществляться национальный мониторинг. Его задачей является получение информации о загрязнении среды в национальных интересах для того, чтобы предпринять необходимые меры.

Исходная (первая) ступень для мониторинга – биоэкологический мониторинг, т.е. наблюдения за окружающей средой в связи с состоянием здоровья человека. Здесь надо обязательно использовать данные санитарно-эпидемиологической и ветеринарной службы, карантинной службы, службы защиты растений, гидробиологического контроля. Основными показателями загрязнения окружающей среды являются радионуклиды; CO_2 , CO , NO , NO_2 и др.; минеральные загрязнения, соединения ртути, свинца, мышьяка, фосфора, кадмия, фтора, нитраты, нитриты и др.; органические и полимерные загрязнения: пес-

тициды, детергенты, углеводороды, микробы. Также должны регистрироваться интенсивность шума и различных излучений, ЭМП.

В связи с урбанизацией и развитием химической промышленности широкое распространение получили полиароматические углеводороды, нитросоединения, циклические амины, метатоксины, пестициды и др., обладающие канцерогенными свойствами. Поэтому необходимо уделять внимание мониторингу канцерогенных веществ, который должен способствовать снижению их концентраций. Это особенно важно в промышленных зонах.

Рост количества антропогенных факторов и их синергический эффект способствуют увеличению мутаций. Поэтому важно проводить учет искусственных мутагенов. Ими могут быть, прежде всего, химические и радиоактивные вещества. Но мутагенами могут быть и биологические факторы за счет комплекса мутагенных факторов. Число мутагенов непрерывно растет, многие химические вещества обладают потенциальной мутагенностью и представляют большую угрозу для генофонда человека, популяций животных, растений, бактерий.

В ближайшем будущем будет создан глобальный генетический мониторинг человека, который должен дополняться мониторингом генофондов животных.

Вторая ступень мониторинга окружающей среды – геоэкологический, геосистемный, или природохозяйственный, мониторинг. В его задачу входят наблюдение за изменением главных геосистем и преобразование их в природотехнические системы (агросистемы, городскую среду, среду промышленных районов). Геосистемный мониторинг дополняет и расширяет биоэкологический, исследуя естественные ресурсы окружающей среды, их изменения.

Биологический мониторинг основывается на наблюдениях за параметрами окружающей среды на сети контрольных пунктов и носит локальный характер. Геосистемный мониторинг использует не только данные, полученные биологическим мониторингом, но и систему особых ключевых (тестовых) площадей и имеет региональный характер. Эти ключевые площади принято называть природными (геоэкологическими) тестовыми полигонами, на которых устанавливаются геосистемные тесты: ПДК (предельно допустимые концентрации). В каждой природной зоне рекомендуют иметь по одному полигону.

Третья ступень (блок) мониторинга окружающей среды – биосферный мониторинг.

В его задачи входят наблюдения, контроль и прогноз изменений в глобальном аспекте. Иначе говоря, биосферный мониторинг, дополняя биогеоэкологический, завершает систему «слежения» в целом за биосферой. Основные параметры, за которыми проводят наблюдения, - это изменения, оценка и причина их. Прежде всего, важны наблюдения за колебанием космической энергии, постоянство притока которой и ее расширенная аккумуляция – главное условие стабильности экосистем. Необходимо наблюдение за состоянием озонового экрана, запылением атмосферы, ее газовым составом, влиянием хозяйственной деятельности на энергетику атмосферы. Важно изучение фотосинтетической деятельности растений и ее изменения под влиянием техногенеза, мирового водного баланса, его прогнозов. В задачу биосферного мониторинга также входит наблюдение за глобальными круговоротами и миграции основных химических элементов с включением как объекта наблюдений почвы, которая является глобальным незаменимым нейтрализатором как естественных, так и искусственных загрязнителей. Она, как экран, задерживает элементы питания от сноса их в водоемы.

Фоновый экологический мониторинг в Республике Беларусь проводят в биосферных заповедниках. В биосферных и других заповедниках осуществляют абиотическую подпрограмму (геофизический мониторинг) и биотическую подпрограмму (биологический мониторинг).

Биологический мониторинг включает четыре вида мониторинга: загрязнения биоты, продуктивности биосферы; исчезающих и находящихся на грани исчезновения видов животных и растений; важнейших видов, популяций, сообществ и экосистем. В процессе биологического мониторинга очень важно подобрать организмы – мониторы с высокой встречаемостью, их многообразием, большой гомеостатической устойчивостью, способные накапливать те или иные загрязнители и сохранять относительно высокие показатели жизнедеятельности и генетическую стабильность. Следовательно, в качестве таких организмов – мониторов должны использоваться индивидуумы или популяции с хорошо изученной их биологической репрезентативностью.

Секретариат ООН по окружающей среде определил экологический мониторинг как систему повторных наблюдений за элементами окружающей среды в пространстве и во времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленными программами. Объек-

тами мониторинга могут быть природные, антропогенные или природно-антропогенные экосистемы. Цель мониторинга – не только пассивная констатация фактов, но и проведение экспериментов, моделирование процессов в качестве основы прогнозирования.

Организация мониторинга должна решать как локальные задачи наблюдения за состоянием отдельных экосистем или их фрагментов (например, биоты – совокупности живых организмов), так и задачи планетарного порядка, т.е. предусматривать систему глобального мониторинга (СГМ). Базой СГМ считается космическая и вычислительная техника. Известно, что искусственные спутники Земли, как беспилотные, так и пилотируемые, ведут успешные наблюдения (контроль) за состоянием биосферы Земли, причем позволяют получить такую информацию, которую трудно или невозможно добыть в результате наземных наблюдений.

Локальными задачами мониторинга могут быть, например, наблюдение и слежение за динамикой популяций вредных организмов, в частности насекомых на больших площадях (в пределах всего ареала того или иного вида), учет движения популяций охраняемых видов животных. Мониторинг позволяет прогнозировать возможный ущерб лесным и полевым растениям от вредителей и болезней, а также сроки нанесения этого ущерба. Массовая информация, получаемая в точках наблюдения, должна соответствующим образом обрабатываться с использованием вычислительной техники.

Таким образом, экологический мониторинг должен включать звенья разного уровня, в частности: 1) глобальный (биосферный) мониторинг, осуществляемый на основе международного сотрудничества; 2) национальный мониторинг, организуемый в пределах государства специально созданными органами; 3) региональный мониторинг, действующий в пределах отдельных крупных районов, интенсивно осваиваемых народным хозяйством, например, в пределах геосистем территориально-производственных комплексов; 4) локальный (биоэкологический) мониторинг, учитывающий изменения качества среды в пределах населенных пунктов, промышленных центров непосредственно на предприятиях.

Наряду с методами оценки степени загрязнения воздуха с помощью приборов используются методы так называемой биологической индикации, основанные на учете живых организмов (тест-объектов), особенно чувствительных к конкретным химическим примесям. Наи-

большее распространение в настоящее время получил метод лишеноиндикации (от лат «лихенес» – лишайники), основанный на учете количества лишайников в городских насаждениях, районах крупных предприятий. Установлена четкая связь между встречаемостью лишайников на стволах деревьев и «полями загрязнения» воздуха в городах.

Другим удобным тест-объектом, например, в лесных экосистемах, могут служить жуки-короеды. Необратимо ослабленные отмирающие деревья обильно или заселяются, но в случаях гибели насаждений от загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами короеды не получают широкого распространения. Поэтому факт отмирания насаждений при отсутствии короедов может служить индикатором загрязнения воздуха веществами промышленного происхождения.

К локальному мониторингу относится и деятельность санитарно-промышленных лабораторий на предприятиях. В задачи этих лабораторий входят, в частности, постоянные наблюдения за загрязнением воздуха в цехах и на промышленных площадках, а также воды в установленных створах водных объектов.

Для осуществления мероприятий по глобальному и национальному мониторингу, т.е. для получения информации об изменениях качества среды, происходящих уже на биосферном уровне, необходима организация специальных служб. Базой такого мониторинга могут служить длительно действующие территориальные комплексы с минимальным или практически нулевым предшествующим антропогенным воздействием. Иначе говоря, необходимо иметь места, где сохранился бы некоторый фоновый уровень качества среды, в сравнении, с которым установилась бы и степень воздействия человека на биосферу.

Для этой цели предложено создание системы так называемых биосферных заповедников (станций). Сеть таких станций должна быть составной частью национального мониторинга, т.е. службы наблюдения и контроля окружающей природной среды на конкретной территории.

В задачу биосферных заповедников входят постоянные наблюдения и определение фоновых параметров современного состояния биосферы, а также сопоставление их с изменениями антропогенным воздействием. Кроме того, в таких заповедниках необходимо вести регулярные и периодические целевые наблюдения над экосистемами, с

тем, чтобы выработать научно обоснованные параметры для контроля состояния среды.

Территория заповедника должна быть зональной, т.е. иметь центральную зону, удаленную от источника воздействия не менее чем на 50-100 км, со строгим режимом охраны: буферную, в пределах которой ставятся эксперименты, осуществляются опытные хозяйственные мероприятия; учебно-демонстрационную, куда возможен допуск посетителей.

Вполне понятно, что каждый подобный заповедник по уровню, объему проводимых в нем исследований, а также по степени оснащенности должен представлять собой крупное научно-исследовательское учреждение. Необходимо иметь в виду, что создание такого учреждения уже само по себе невозможно без воздействия на окружающую среду, поскольку возникают вопросы коммуникации, энергоснабжения, бытового обеспечения и др.

В настоящее время статус биосферного заповедника в Республике Беларусь придан Березинскому заповеднику, в котором ведутся наблюдения за фоновыми уровнями загрязнения природной среды различными ингредиентами.

12. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В СВЯЗИ С КАТАСТРОФЕЙ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Экологическая обстановка в республике резко обострилась в связи с катастрофой на Чернобыльской АЭС, в результате которой пятая часть территории оказалась в зоне воздействия радиоактивного загрязнения. В основном это районы Гомельской и Могилевской, а также частично Брестской, Минской и Гродненской областей. Загрязнено более 1,7 млн. га сельскохозяйственных угодий, из которых 273 тыс. га полностью исключены из сельскохозяйственного оборота. Подверглось радиоактивному загрязнению более 2 млн. га леса, что составляет около 30% всего лесного фонда Беларуси.

По своим масштабам и долговременным последствиям эта авария является крупнейшей экологической катастрофой. Глобальность ее заключается не только в радиоактивном загрязнении больших территорий, но и в том, что она практически охватила все сферы общественной жизни, многие области науки и производства. В результате прежде динамично развивавшаяся республика превратилась в зону экологического бедствия. Из общественного потребления исключаются природные ресурсы, изымаются плодородные пахотные земли, сокращаются размеры пользования лесными, минерально-сырьевыми и другими ресурсами. Существенным образом меняются условия функционирования объектов производственного и социального назначения, расположенных в зонах загрязнения. Отселение из загрязненных радионуклидами населенных пунктов приводит к прекращению деятельности ряда предприятий и объектов социальной сферы. Республика имеет убытки от снижения объемов производства, неполной окупаемости средств, вложенных в здания, сооружения, оборудование, мелиоративные системы. Существенны потери топлива, сырья и материалов.

Согласно проведенным расчетам, суммарный ущерб, нанесенный республике чернобыльской аварией за период с 1986 по 2015 год в ценах на 01.06.1992г., составляет 6871,8 млрд. руб. Это равно почти 32 бюджетам республики 1985 года примерно, 21 бюджету 1991 года. Ущерб за период 1986-1990 гг. равен 45,55 млрд. руб., что составляет более 17,2% национального дохода республики за этот же период и в 1,7 раза больше бюджета республики 1991 года. В структуре общего ущерба наибольшую долю (свыше 81,6%) занимают дополнительные затра-

ты, связанные с ликвидацией последствий аварии. В ценах на 01.06.1992 г., за период 1986-2015 гг. они составят 4791,5 млрд. руб. На долю прямых и косвенных потерь, упущенной выгоды приходится 1080,4 млрд. руб.

Из всех отраслей республики наиболее пострадало сельскохозяйственное производство. Прямые потери от выбытия земель из оборота за период 1986-2015 гг. составят в ценах на 01.06.1992 г. 380,8 млрд. руб., стоимость недополученной в связи с этим валовой продукции исчисляется в 257,7 млрд. руб., потери основных производственных и оборотных фондов определены в размере 21,6 млрд. руб., основных фондов мелиоративного и водного хозяйства – в 5,3 млрд. руб., потери продукции личных подсобных хозяйств составят свыше 10 млрд. рублей. Суммарный ущерб, нанесенный сельскохозяйственному производству в результате аварии, составит 1730,9 млрд. руб.

Большой ущерб нанесла авария лесному хозяйству. Как показывают расчеты, ежегодные потери древесных ресурсов превышают в настоящее время 2 млн. куб. м, а к 2010 году достигнут 3,5 млн. куб. м в год. Общая сумма ущерба нанесенного лесному хозяйству республики, за 30-летний период составит 102,9 млрд. рублей.

Существенный ущерб нанесен объектам производственного и социального назначения. Согласно проведенным расчетам, общая сумма ущерба, нанесенного промышленности республики в результате катастрофы, в целом за анализируемый период (1980-2015 гг.) составит 15,7 млрд. руб., социальной сфере – 355,8 (включая жилищное хозяйство, здравоохранение, народное образование и культуру, торговлю и общественное питание, бытовое обслуживание), строительному комплексу – 67,1, транспорту и связи – 84,7, жилищно-коммунальному хозяйству – 86,5 млрд. руб. В основном это прямые и косвенные потери в результате выбытия основных и оборотных производственных фондов, нарушения или прекращения процесса производства, потери от недоиспользования производственных мощностей, дополнительные затраты, связанные с расходами на ликвидацию последствий катастрофы, а также упущенная выгода от сворачивания хозяйственной деятельности на загрязненных территориях за период с 1986 по 1990 годы, а также прогнозных потерь и дополнительных затрат вплоть до 2015 года.

К сожалению, до настоящего времени продолжает действовать ряд объективных причин, которые не позволяют дать достаточно точную и всестороннюю оценку социально экономических последствий чернобыльской катастрофы. Среди них следует, прежде всего, отметить

далеко не полную ясность генетических и экологических последствий хронического влияния малых доз облучения на здоровье человека. Остается много невыясненного и в отношении ряда других медико-биологических и социально-психологических аспектов, связанных с воздействием на человека последствий аварии. Вместе с тем постоянно расширяющиеся и углубляющиеся познания причинно-следственных связей, отражающих воздействие радиационной обстановки на социально-экономическое развитие загрязненных территорий, вынуждает постоянно вносить коррективы в систему мер, предпринимаемых с целью преодоления последствий чернобыльской катастрофы.

Следовательно, говорить о полной и окончательной оценке социально-экономических последствий чернобыльской катастрофы пока нельзя. Речь может идти только о максимально возможном приближении к такой оценке, исходя из научно обоснованного предвидения возможных потерь и затрат и современных методов их исчисления в денежном выражении.

Пути снижения воздействия радиоактивного загрязнения на урожай.

Радиоактивные вещества, попадающие в атмосферу при их добыче и эксплуатации атомных установок и двигателей, могут представлять опасность. Однако при современном уровне защитной техники этот источник радиоактивности незначителен.

Наибольшее загрязнение атмосферы радиоактивными веществами происходит в результате взрывов атомных и водородных бомб. Каждый такой взрыв сопровождается образованием грандиозного облака пыли. Взрывная волна огромной силы распространяет ее частицы во всех направлениях, поднимая их более чем на 30 км. В первые часы после взрыва осаждаются наиболее крупные частицы, несколько меньшего размера – в течение 5 сут., а мелкодисперсная пыль потоками воздуха переносится на тысячи километров и оседает на поверхности земного шара в течение многих лет.

Образующиеся при атомном взрыве изотопы имеют различные периоды полураспада. Наибольшую опасность представляют два изотопа – ^{90}Sr (период полураспада 25 лет), оседающий на поверхности Земли и попадающий через растения в молоко коров, и ^{137}Cs (период полураспада 33 года).

Распространяются радиоактивные изотопы также через мертвые остатки растений, кал, мочу и трупы животных. В их миграции значи-

тельную роль играют цепи питания. Так, из воды изотопы поглощаются планктоном, который поедает рыба, в свою очередь становящаяся добычей хищных рыб и рыбоядных птиц, и т.д.

Атомные взрывы над Хиросимой и Нагасаки в августе 1945 г. за несколько минут уничтожили десятки тысяч людей, разрушили строения. Последствия этой катастрофы проявляются в Японии и сейчас.

Использование атомной энергии в широких масштабах приводит к накоплению радиоактивных отходов. Возникает проблема их захоронения. В разных странах ее решают неодинаково. Например, в США и Великобритании отходы атомной промышленности сбрасывают в Атлантику. Во Франции держат их в заброшенных железнодорожных туннелях. В России практикуют захоронение таких отходов в землю. Однако ни в одной стране мира еще не применяют такого захоронения ядерных отходов, при котором невозможны утечка радиации, загрязнение ими и отравление грунтовых вод.

Катастрофа на Чернобыльской АЭС, в результате которой значительная территория Белоруссии, Украины и России оказалась пораженной радиоактивными выбросами, заставляет серьезно задуматься о технологической дисциплине на атомных электростанциях, часть которых нуждается в реконструкции и модернизации.

Осуществляется комплекс дополнительных мер по усилению безопасности эксплуатируемых атомных реакторов. Произведены экологические экспертизы проектов строящихся АЭС и ТЭС и других объектов с атомными энергетическими установками. Реализуется программа использования нетрадиционных, экологически безопасных источников энергии, строительство опытно-экспериментальных АЭС с различными типами и схемами расположения атомных реакторов.

Нельзя не сказать также о радиационном заражении территорий, на которых проводили ядерные взрывы. Имеются данные о серьезном радиоактивном загрязнении в местах производства ядерного оружия (Челябинск, Арзамас, Красноярск, Томск). В бюджете Беларуси предусмотрены средства для борьбы с радиационным загрязнением.

В результате чернобыльской катастрофы значительная часть территории Гомельской, Могилевской и других областей в широких масштабах подверглась радиоактивному загрязнению. По данным исследований, на 1 января 1991 г. площадь сельскохозяйственных угодий республики, загрязненных радиоцезием с плотностью более 1 Ки/км², составляет 1613,4 тыс. га, из них на долю Гомельской и Могилевской областей приходится соответственно 982 и 432 тыс. га, в том числе в

интервале 15-40 Ки/км² – 82 и 59 тыс. га. Около 477 тыс. га сельхозугодий республики загрязнено стронцием-90 с плотностью выпадения более 0,3 Ки/км². Из сельхозпользования исключено 218,3 тыс. га земель в Гомельской и 43 тыс. га в Могилевской областях. Наличие загрязненных радионуклидами территорий ежегодно уточняется Белгидрометом и радиологическими подразделениями областных проектно-изыскательских станций химизации.

Одной из наиболее злободневных проблем сельскохозяйственного производства Беларуси в настоящее время является возможность получения урожая на «загрязненных» угодьях. При этом обеспечивается получение продукции с содержанием радионуклидов в безопасных для здоровья человека количествах. Можно выделить следующие аспекты агротехники обработки почвы, которые должны дифференцироваться для различных условий и уровней радиоактивного загрязнения, типов почв и возделываемых культур:

- предотвращение или снижение до минимума повторного аэрального переноса радиационной пыли;
- обеспечение очистки основного корнеобитаемого гумусового слоя от загрязнения радиоактивными веществами или разбавление его в отдельных нижних горизонтах (на тяжело- и среднесуглинистых почвах при загрязнении 5-10 Ки/км² допускается разбавление загрязненной почвы и в верхнем пахотном слое);
- активация сорбционных свойств почв путем использования различных агротехнических приемов для закрепления радионуклидов в малодоступной форме для усвоения растениями;
- создание питательного водно-воздушного, теплового и биологического режимов, благоприятных для минимального корневого накопления рН из почвы в растения и нормального их развития.

В загрязненных районах, где преобладают почвы с маломощным (до 20 см) гумусным горизонтом, средние и легкие по механическому составу, с недостаточной инфильтрацией подстилающих слоев, переуплотненным пахотным и подпахотным горизонтами, выполнение этих мероприятий вызывает определенные сложности.

Большинство технологических операций по возделыванию и уборке сельскохозяйственных культур на загрязненных землях выполняется в соответствии с общепринятыми агротехническими требованиями и правилами механизированных работ. Но есть и свои особенности. При вспашке, операциях по уходу за посевами, уборке урожая нельзя допустить загрязнения радионуклидами посевов и продукции. Это дос-

тигается применением плугов, оборудованных предплужниками с винтовыми отвалами, дизельными плугами и культиваторами с учетом направления ветра при производстве работ. Уборка зерновых и трав должна производиться прямым комбайнированием на высоте среза не ниже 15-20 см. Картофель убирается комбайнами в транспортные средства. Послеуборочную очистку и сортировку клубней следует организовать на стационарных сортировочных пунктах с соблюдением всех требований по радиационной безопасности работающих.

Для обеспечения производства продуктов питания в пределах контрольных уровней, исходя из технологий производства и особенностей движения радионуклидов по пищевым цепям, устанавливаются нормы содержания радиоактивных веществ в сельскохозяйственном сырье и определяется порядок его использования. На сельскохозяйственных угодьях с плотностью загрязнения радиоактивным цезием более 1 Ки/км² выращивание сырья для производства продуктов детского питания запрещено.

Поступление радионуклидов и их метаболизм в организме животных.

Пути миграции радионуклидов в организм человека различны. Значительная доля их поступает в организм человека по цепи – растения – сельскохозяйственные животные – продукция животноводства – человек. Радионуклиды могут поступать в организм животных через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, поверхность кожи.

При поступлении радионуклидов через пищеварительный канал животных особое место принадлежит кормам как в период аэрального загрязнения растительности, так и в более отдаленный период корневого поступления. На загрязненной территории потребление питьевой воды даже с поверхности водоемов существенно не влияет на общее поступление радионуклидов.

Корма, выращенные на территории с одинаковой плотностью загрязнения, в расчете на 1 к.ед. накапливают различное количество радионуклидов (табл.6).

Таблица 6.

Ориентировочные данные о загрязнении различных кормов стронцием-90 и цезием-137 на 1 к.ед., Ки

Вид корма	Питательность, 1 кг корма, к.ед.	С
		Строн

1	2	3
Овес:		
Зерно	1,0	1
Солома	0,31	16
Ячмень:		
Зерно	1,13	0
Солома	0,33	15
Пшеница (яровая):		
Зерно	1,18	0
Солома	0,20	18
Картофель	0,31	0
Свекла кормовая	0,12	6
Кукуруза (на силос)	0,14	21
Люцерна	0,23	27
Клевер	0,20	41
Трава луговая	0,28	19
Сено естественных сенокосов	0,47	31
Сено окультуренных лугов	0,50	15

Как видно из таблицы, при одной и той же плотности загрязнения территории загрязнение кормов стронцием примерно на порядок выше, чем цезием. Если принять загрязнение овса за единицу, то содержание стронция в расчете на 1 к.ед. в пшенице (зерне) и картофеле составит соответственно 0,6 и 0,8, а загрязнение люцерны и клевера соответственно 27,5 и 41,2. Аналогичная картина наблюдается и по цезию.

При пастбищном содержании скота определенное количество радионуклидов поступает с частичками земли, дернины; при вдыхании запыленного воздуха, с мокротой.

Всасывание минеральных веществ в пищеварительном тракте зависит от физико-химических свойств в биологической доступности. Биологическая доступность радиоактивных веществ стронция и цезия при ядерном взрыве высока. Напротив продукты ядерного взрыва, образующиеся на поверхности, как правило, менее доступны для усвоения.

При однократном поступлении радионуклидов органы и ткани животных по степени загрязнения можно расположить в убывающей последовательности: щитовидная железа – печень – кровь – мышцы – скелет. При поступлении радионуклидов с кормом в первые дни отмечается высокое содержание радионуклидов. Однако в связи с быстрым обменом в организме концентрация их быстро снижается.

Наиболее высокая концентрация стронция обнаруживается в скелете, тогда как в мягких тканях и органах (печень, легкие, почки) в 2-5 раз выше, чем в мышцах.

Радионуклиды цезия распределяются в организме более равномерно, чем стронция.

При длительном поступлении радионуклидов в организм животных накопление их колеблется в широких пределах. Наиболее интенсивно радионуклиды стронция накапливаются в молодом возрасте, причем в скелете. Затем наступает равновесное состояние, т.е. когда с каждой порцией корма, содержащего радионуклиды, содержание стронция уравнивается радиостронцием, выделяющимся из органов и тканей в результате метаболизма. Период равномерного состояния у взрослых животных наступает через 3-4 месяца после поступления нуклида, у молодых особей – через год.

Отложение радиостронция в организме животных зависит от уровня кальциевого обмена. Насыщение кальцием рациона позволяет снизить накопление радиостронция в 2-4 раза.

Закономерности накопления цезия в организме животных имеют много общего с закономерностями отложения стронция. В отличие от стронция равновесное состояние наступает через 1-2 месяца после поступления цезия и преимущественное накопление его в мягких органах и тканях.

Размеры накопления радиоцезия в организме животных и человека неодинаковы. Максимальная кратность накопления отмечена у человека, минимальная – у коз и овец, промежуточное положение занимают свиньи и собаки. Эти видовые различия обусловлены особенностями питания, в частности минерального.

У всех сельскохозяйственных животных радиоцезий после длительного действия выводится быстро. Например, у крупного рогатого скота период выведения от 3 до 55 дней, кур-несушек – от 3,8 до 26 дней, а у человека метаболизм радиоцезия происходит медленнее – до 115 дней.

При потреблении сельскохозяйственными животными радионуклидов определенная их часть в ходе метаболизма переходит в продукцию животноводства. В ближайшее время после выпадения продуктов ядерного деления в молоке обнаруживаются короткоживущие радионуклиды: йод-131, молибден-99 и др. При непрерывном поступлении радионуклидов в организм лактирующих животных уже через несколько дней устанавливается постоянный уровень концентрации радионукли-

дов в молоке. Концентрация радионуклидов зависит от уровня минерального питания, типа корма и т.д. Концентрация стронция в молоке падает при увеличении в рационе кальция и при замене злакового сена на бобовое. После прекращения длительного ведения радионуклидов лактирующими животными концентрация радиоактивных веществ в молоке быстро уменьшается.

При выпадении радиоактивных веществ на местности возможно интенсивное загрязнение куриных яиц радиоактивными веществами, особенно летом. При длительном поступлении радиоактивных веществ максимум их содержания в яйце обнаруживается на 5-7 сутки. В снесенном яйце в среднем находится 40,4% стронция-90, 9% йода-131, 1,6% цезия-137. Интересно, что 95% стронция задерживается в скорлупе, до 95% йода-131 – в желтке и 70% цезия-137 – в белке.

Для получения продуктов питания с содержанием радионуклидов в пределах РДУ Минсельхозпрод разработал нормативы на пищевые продукты и воду, сельскохозяйственное сырье и корма, которые утверждены в 1996 г. Вся растениеводческая и животноводческая продукция, поставляемая для питания местного населения, должна соответствовать установленным требованиям.

13. ОСТОЯНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Несмотря на то, что в республике проводятся определенные работы по охране и воспроизводству природных ресурсов, ряд экологических проблем стоит еще довольно остро, особенно в областных центрах и городах Новополоцке, Солигорске, Светлогорске, Бобруйске, Орше, Полоцке, где максимальные разовые концентрации значительной части веществ в воздушном бассейне превышают предельно допустимые нормы: по пыли – в 4-5 раз (Гомель, Орша, Могилев), сернистому ангидриду – в 9-10 раз (Полоцк, Новополоцк), двуокиси азота – в 9 раз (Гродно). Максимальные концентрации вредных веществ достигают 20-30 ПДК. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха промышленных центров являются предприятия Минэнерго, Минхимпрома, Минлесбумпрома, Минстройматериалов.

Исследования показали, что максимальное содержание свинца зафиксировано в почве г. Солигорска – в 18,3 раза выше фонового, в Бресте превышение над фоном составило 17,8 раз. Максимальное превышение над фоном по цинку отмечалось в г. Гродно – в 22 раза, г.г. Речице и Орша – в 6,4 раза. Наибольшее превышение содержания меди над фоном установлено в Могилеве и Орше – соответственно в 32 и 21,5 раза. Максимальное содержание кадмия обнаружено в почвах Солигорска – в 12,6 раза выше фонового. По никелю наибольшие превышения над фоном отмечены в г. Бресте – 7,3 раза.

Учитывая высокую насыщенность территории республики крупными химическими и другими промышленными предприятиями, назрела необходимость прекращения строительства новых объектов и расширения мощностей действующих химических производств. Следует шире внедрять экологически чистые безотходные и малоотходные технологии на действующих предприятиях республики в связи с высокой техногенной нагрузкой на ее территории, что отрицательно сказывается на уникальных природных комплексах и здоровье населения. Дальнейшее расширение промышленных центров допустимо лишь при условии оборудования объектов эффективными очистными установками, позволяющими максимально снизить выбросы загрязняющих веществ.

Одной из серьезных проблем является образование и последующая утилизация или ликвидация отходов производства и потребления.

Для обеспечения жизнедеятельности города ежедневно в него поступает огромный поток вещества, который порождает равноценный отток энергетических и вещественных отходов в виде тепла, бытового и промышленного мусора и т.д. Наибольшую долю в этом потоке составляют твердые бытовые отходы (ТБО). Норма накопления ТБО в современном городе составляет 250-700 кг/чел в год, в Минске эта цифра достигает 300 кг/чел.

В развитых странах накопление ТБО возрастает на 4-6% ежегодно, что втрое превышает темпы роста населения. Ежегодно в Беларуси образуется около 2 млн. т. ТБО.

Состав ТБО чрезвычайно неоднороден. В среднем более 50% (по массе) ТБО составляют бумага, картон и так называемые «дворовые отходы» (сухие листья, смет и т.п.); около 40% - металлы, стекло, пищевые отходы и пластмасса; 10% - дерево, резина, кожа, ткани, а также ряд неорганических материалов.

В таблице представлен средний состав отходов промышленного центра с населением свыше 1 млн. человек.

Таблица 7.

Средний состав отходов промышленного центра (< млн. чел)

Вид отходов	%
Пищевые отходы	19,6
Стекло	10,1
Металл	9,9
Бумага	50,6
Пластмассы	1,62
Кожа, резина	1,68
Пластмассы, кожа и резина вместе	3,3
Текстиль	3
Дерево	3,5

Состав ТБО имеет особо важное значение для решения вопроса о способе их ликвидации и, особенно, выбора систем обработки отходов (дробление, сортировка, сжигание, компостирование и т.д.).

Бурные темпы развития производства калийных удобрений в Беларуси, большие объемы их производства, специфичность состава

сильвинитовых руд и геологических их залежей, а также отсутствие опыта эксплуатации калийных месторождений в республике создали ряд сложных проблем, связанных с охраной окружающей среды в Солигорском промышленном районе. Важнейшая из них – это проблема захоронения и использования отходов производства калийных удобрений с целью предотвращения засоления окружающей территории. Одним из наиболее рациональных и экономически оправданных способов частичного предотвращения засоления в зоне вокруг Солигорска является использование отходов калийного производства в различных отраслях народного хозяйства.

Сельскохозяйственное производство в экологическом отношении в настоящее время обуславливает проявление негативных процессов, выражающихся в загрязнении поверхностных и грунтовых вод, эрозии почв и деградации естественных ландшафтов, исчезновение отдельных видов растений и животных.

Особенно актуальной для земледелия республики в последнее время является проблема гумуса. Как известно, в Беларуси во все возрастающих масштабах используются жидкие азотные удобрения в виде аммиаков, аммиачных и других активных химических продуктов. Применение реакционно активных азотных удобрений без соответствующих предупредительных и охранных мероприятий способствует снижению запасов гумуса в почве и ее общего плодородия. Несмотря на то, что в республике ежегодно в почву вносится относительно большое количество органических удобрений, что должно обеспечить не только бездефицитный баланс, но и накопление гумуса, в значительном количестве районов (примерно в 25) его содержание даже снизилось.

Другой проблемой, требующей неотложного решения, является утилизация лигнина – технологического отхода гидролизных заводов путем использования его преимущественно для приготовления удобрений.

Интенсивное развитие сельскохозяйственного производства, увеличение числа и укрупнение животноводческих ферм вызвало проблему рациональной утилизации стоков. Одним из способов использования отходов, который получил широкое распространение, является орошение ими угодий различных сельскохозяйственных культур. При этом происходит обогащение почвы питательными компонентами и почвенная очистка стоков от загрязняющих веществ.

Анализ состояния и эксплуатации систем обеззараживания и утилизации животноводческих стоков крупных животноводческих ком-

плексов республики показывает, что в настоящее время такие комплексы оказывают значительное негативное воздействие на окружающую среду. В республике на комплексах содержится более 1,4 млн. голов свиней. Площадь земледельческих полей орошения (ЗПО) составляет около 14 тыс. гектаров. Обследование животноводческих комплексов показало, что в вопросах рационального использования животноводческих стоков имеется много нерешенных проблем. В республике нет ни одного случая, когда бы на животноводческих комплексах был введен в эксплуатацию одновременно с подготовкой стоков и ЗПО. На всех действующих животноводческих комплексах в результате нарушения режима эксплуатации отмечается превышение фактического расхода воды на гидросмыв над проектным в среднем на 27%. Все ЗПО работают с избыточными нормами орошения, на комплексах не ведется учет воды, используемой в системах навозоудаления, приборы учета отсутствуют. Неудовлетворительно эксплуатируется также оборудование по обеззараживанию и утилизации стоков. Требуется существенного усовершенствования система их разделения на жидкую и твердую фракции. Элементы окружающей среды (вода, почва, растительность и воздух) в районах земледельческих полей орошения загрязнены микробами группы кишечной палочки, яйцами гельминтов. Происходит загрязнение поверхностных вод соединениями азота, органическими веществами. Все это требует радикальных мер, направленных на оздоровление окружающей среды в районах расположения крупных животноводческих ферм.

Важной и достаточно сложной является проблема рек и водоемов республики особенно в зоне Белорусского Полесья. Особую тревогу вызывает проблема малых рек республики. Оценка современного состояния качества воды в них свидетельствует о тенденции роста концентрации минерального азота, фосфора и других химических элементов. В результате проведения мелиоративных работ в республике около 20% малых рек имеют полностью или частично спрямленное русло. Неправильное отношение сложилось к использованию земель по берегам рек. В пойме рек Уша, Волма, Сосница, Лесная, Волчанка и других земли распаиваются до уреза воды, что способствует смыву минеральных, органических удобрений, а также продуктов эрозии.

Проводимое в прежние годы глубокое осушение, спрямление русел рек и ручьев, пересушка торфяных болот, мелиорация лесных массивов и их трансформация в сельхозугодья оказало серьезное влияние на растительный и животный мир. Появилась угроза исчезновения ряда ценных и редких представителей растительного мира. Не менее опас-

ным является и наметившаяся перестройка фаунистических комплексов, выражающаяся в уменьшении видового состава водных и болотных животных. Заповедные территории не в состоянии сохранить растительный и животный мир, площадь их составляет не более 4,2% площади республики. В целях дальнейшего улучшения охраны природы, в частности животного и растительного мира, необходимо дополнительное создание заказников и заповедников, чтобы их площадь была не менее 6-7% территории Беларуси.

Большое количество биогенных веществ поступает в малые реки с небольших ферм крупного рогатого скота, молочнотоварных ферм, которые, как правило, располагаются на берегах. Назрела острая необходимость разработать эффективные меры по восстановлению и поддержанию уровня воды малых рек, их охраны от загрязнения. Острой является также проблема загрязнения воды в искусственных водоемах, созданных на торфяных залежах.

Не менее важной является и проблема охраны и восстановления естественных водоемов. Интенсивное развитие промышленности, крупномасштабная мелиорация земель, химизация сельскохозяйственного производства увеличивают потребление воды, рост технологических отходов, которые в виде сточных вод попадают в водоемы и загрязняют их. Прежде всего заиляются и зарастают малые водоемы, способность к самоочищению которых невелика. Общая заиленность озер Беларуси превышает 50%. Более 20% озерного фонда заилено полностью, в республике многие крупные озера (Червоное, Вечера, Освейское, Мотольскле и др.) потеряли свое значение как источники воды, рыбохозяйственные угодья, места отдыха. Требуется особый контроль за экологическим состоянием озера Нарочь.

Большое внимание должно уделяться внедрению малоотходных и безотходных технологических процессов и комплексной переработке природного сырья, а также созданию автоматизированных систем и приборов контроля за состоянием окружающей среды. Предусмотрено улучшение планирования мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, а также совершенствование новой техники, технологии, материалов и проектов на реконструкцию народнохозяйственных объектов в природоохранительном плане.

Загрязнение окружающей среды и сельскохозяйственной

продукции при применении удобрений.

Удобрения – это основа повышения количества и качества сельскохозяйственной продукции. Но возрастающие объёмы их применения приводят к загрязнению природной среды. Основными источниками загрязнения природной среды удобрениями являются:

- потери минеральных удобрений в технологической цепи от завода до поля;
- несовершенство свойств и химического состава удобрений;
- нарушение научно обоснованной системы применения удобрений;
- эрозия почв.

Потери минеральных удобрений начинаются уже при доставке их с завода до поля. Существенный недостаток транспортировки удобрений заключается в перевалочной системе доставки удобрений, когда для перевозки используются автосамосвалы общего назначения. Это и приводит к значительным потерям.

Серьёзные недостатки наблюдаются при хранении минеральных удобрений. Складские помещения не соответствуют объёмам удобрений, поставляемых сельскому хозяйству. Вместимость складов не позволяет осуществлять комплексную механизацию при подготовке удобрений, смешивании их и внесении в почву. Раздельное же внесение минеральных удобрений приводит к непроизводительному расходованию удобрений.

При погрузочно-разгрузочных работах, транспортировке и хранении незатаренного гранулированного суперфосфата происходит расслоение гранулометрического состава, что ведет к увеличению доли мелких фракций, что приводит к неравномерному внесению и снижению их эффективности, к невидимым потерям.

На снижение эффективности удобрений влияет и неравномерность их распределения по поверхности поля вследствие несовершенства туковывсевающих машин. Например, при внесении машиной 1 РМГ-4 хлористого калия оптимальная ширина захвата составляет 3,5-4,5 м, гранулированного суперфосфата – 10-12 м.

В настоящее время в производственных условиях фактическая неравномерность внесения удобрений разбрасывателями, как правило, в 2-3 раза превышает допустимые значения. Особенно неудовлетворительно вносятся смеси, приготовленные из удобрений с неоднородным гранулометрическим составом. Это снижает коэффициент использования элементов питания из удобрений растениями, увеличивает потери,

приводит к непроизводительному их расходованию и загрязнению окружающей среды.

Система применения удобрений в севообороте или под отдельные культуры – важнейшее звено высокопродуктивного земледелия. Оно определяется климатическими особенностями зоны, свойствами и плодородием почвы, специализацией севооборота, биологическими особенностями культуры и т.д.

Система удобрений предусматривает оптимальное сочетание всех макро- и микроэлементов с учетом содержания их в конкретной почве и требований культуры. Но каждый элемент по-своему действует на урожай, его качество и природную среду, т.е. имеет индивидуальные экологические аспекты. В этой сложной взаимосвязи первостепенное значение имеет азот.

Азот определяет уровень продуктивности не только земледелия, но и животноводства. При нарушении научно обоснованной системы применения азотных удобрений они негативно влияют на почву, атмосферу, растения, а, следовательно, на здоровье человека и животных.

Азот в почве вследствие микробиологических процессов (аммонификация, нитрификация) в итоге накапливается в виде нитратов (NO_3). Эта форма подвижна, легко смывается с поверхности почвы, мигрирует по профилю почвы до грунтовых вод, загрязняет их и водоемы. Высокое содержание нитратов в почве приводит к их повышенному содержанию в растениях, что снижает качество растениеводческой продукции.

Нитраты – неотъемлемая часть всех надземных и водных экосистем. По данным ученых растения могут нормально развиваться, если нитраты составляют 0,5-1,0% сухого вещества. Снижение этого уровня приводит к падению урожая, а превышение оптимального уровня неблагоприятно сказывается на здоровье человека. Допустимая доза нитратов для человека – 5 мг/кг массы тела, а допустимая суточная доза – 300-325 мг, 70-80% нитратов человек получает с овощами, 15-20% - с питьевой водой, 5-10% - с фруктами, молочными и мясными продуктами. Известно более 20 факторов, влияющих непосредственно на накопление нитратов в растениеводческой продукции.

Назовем основные из них:

- дозы азотных удобрений и соотношение азота с другими питательными веществами;
- сроки и способы внесения;
- формы азотных удобрений;

- механический состав почвы и другие ее свойства;
- погодно-климатические условия зоны;
- особенности технологии применения азотных удобрений в условиях орошения и на осушенных землях;
- вид культуры и специализация севооборота.

На практике нередки случаи, когда удобрения применяются в значительно больших дозах, чем необходимо для получения планируемого уровня урожая. При этом высокими дозами удобрений пытаются компенсировать нарушения технологии возделывания культуры.

Так, в некоторых овощеводческих хозяйствах на 1 га отмечалось внесение до 700-800 кг NPK, что в 1,5-2,0 раза больше рекомендуемых количеств. При подобных завышениях отмечено увеличение концентрации нитратов, например, в капусте до 1100 мг/кг, столовых корнеплодах до 1800 мг/кг.

В связи с возможными случаями избыточного, вредящего здоровью человека и животных содержания нитратного азота в растительной продукции, почве, воде Министерство здравоохранения Республики Беларусь утвердило следующие ПДК нитратов в картофеле, овощах, кормах. (табл.8.)

Наибольшее загрязнение водоемов наблюдается от внесения азота в нитратной форме, которая не фиксируется почвой и интенсивно вымывается из пахотного слоя. Внесение азота в виде аммиачной селитры способствует повышению содержания нитратного азота в продукции растениеводства, медленно действующих азотных удобрений (капсулирование) снижают потери питательных веществ удобрений и таким образом устраняют неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

В группе экологических факторов наибольшее значение имеют погодные условия, освещенность, тип почвы. В овощеводстве широко используются временные и постоянные укрытия растений.

Таблица 8.

Предельно допустимое содержание нитратов в продуктах растениеводства, кормах, мг/кг сырого продукта

Корма		Ов
Продукты растениеводства	Республиканские ПДК	Продукты растениеводства

Грубые корма (сено, солома)	1000	Капуста белокочанная
Зеленые корма	300	Капуста поздняя
зернофураж	300	кабачки
Травяная мука	2000	Салат, шпинат, щавель
Картофель (на корм скоту)	300	Свекла столовая
Силос (сенаж)	500	Укроп, петрушка Перец сладкий Картофель Томаты Лук репчатый Лук перо Огурцы Морковь ранняя Морковь поздняя

Затенение растений может приводить к увеличению содержания нитратов. При плохой освещенности растений следует отдавать предпочтение удобрениям, содержащим азот в амидной и аммиачной формах.

При неблагоприятных погодных условиях, особенно в годы с холодным и пасмурным летом возрастает накопление нитратов в продукции открытого грунта. Содержание нитратов в большей мере зависит от почвы, ее плодородия, структуры, механического состава, количества влаги, так как эти свойства влияют на скорость образования минерального азота.

С точки зрения охраны окружающей среды от загрязнения, выбора оптимальных сроков и способов внесения особый интерес представляют азотные удобрения. Учитывая большую подвижность азота в почве, вносить азотные удобрения следует в периоды наибольшего потребления его культурными растениями.

При внесении 60 кг фосфора в виде суперфосфата в почву попадает 6-8 кг фтора. Фтор обладает высокой химической активностью и представляет большую опасность для здоровья человека. Повышенные дозы фтора снижают продуктивность животных, угнетают их развитие и ведут к отравлению; у людей вызывают разрушение эмали зубов и являются главной причиной заболевания остеосклерозом.

В почву, кроме фтора, вместе с фосфорными удобрениями может попасть некоторое количество тяжелых металлов (кадмия, свинца, никеля), имеющих высокую токсичность и способность накапливаться в организме человека и животных.

Главным отрицательным свойством калийных удобрений, оказывающим влияние на окружающую среду, является поступление в почву хлора. Вымывание хлора может привести к негодности воды для питья. Так, при внесении 60 кг/га хлористого калия растения поглощают 10 кг/га, а остальное количество вымывается в дренажные воды. Предельно допустимая концентрация хлора в местах водоснабжения установлена на уровне 0,25-0,50 мг/л.

Избыточное внесение калийных удобрений нарушает баланс магния, натрия, кальция, бора и других микроэлементов в почве, что может привести к снижению качества продукции.

Значительный ущерб природной среде наносит неправильное бессистемное использование бесподстилочного навоза, навозных стоков и других отходов животноводства. Органические удобрения загрязняют грунтовые воды. Амиды в жидком навозе и осадках сточных вод, а также аммиак, попадая в водоемы и реки, могут отравлять рыб, а биогенные макро- и микроэлементы – способствовать эвтрофированию природных вод. Речные и озерные воды загрязняются из-за нерегулируемых водопоев животных, когда часть экскрементов попадает в воду.

Применяемые в настоящее время минеральные удобрения недостаточно совершенны, многие из них имеют существенные недостатки химического состава, физических и механических свойств. Это может быть причиной негативного их влияния на окружающую среду. Существенный недостаток многих минеральных удобрений – наличие в них сопутствующих балластных элементов и токсических металлов.

В последние годы многие отрасли промышленности часто предлагают использовать в качестве удобрений различные отходы – побочные продукты производства – на основании того, что они содержат некоторое количество питательных веществ для растений. Поэтому очень важно знать и учитывать возможное накопление тяжелых металлов, токсичных элементов при применении отходов в качестве удобрений.

14. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

При современном уровне интенсификации земледелия существенно возрастает применение комплекса химических препаратов, предназначенных для защиты возделываемых культур и получения за счет этого более высоких урожаев.

Опыт ведения интенсивного земледелия показывает, что применение химических средств защиты культурных растений обеспечивает сохранность 25-30% урожая.

Благодаря применению средств защиты растений ежегодно в странах СНГ сберегается около 17-18 млн. т зерна, 10-11 млн. – картофеля, 13-14 млн. т – сахарной свеклы. На долю стран СНГ приходится 6-7% мирового объема потребления пестицидов, на долю США – 26, западноевропейских стран – 25%. Тем не менее, именно у нас проблема загрязнения окружающей среды стоит особенно остро.

Пути поступления токсических веществ в продукты питания, методы их контроля.

Существующая экологическая обстановка способствует попаданию химических загрязнителей в продукты, дальнейшему концентрированию в них (например, в сыре) и получению в конечном счете продуктов, не отвечающих требованиям пищевой безопасности. Цепи питания – один из основных путей поступления чужеродных химических веществ (ЧХВ), или контаминантов, в организм человека (40-50%)

Основной источник создания экологического неблагополучия – промышленность, другой – сельскохозяйственное производство.

Химические вещества, используемые в сельском хозяйстве и производстве молока, способствуют загрязнению молока и молочных продуктов. Работники молочной промышленности в последние годы сталкиваются не только с наличием в молоке не свойственных ему ингредиентов, но и с изменением состава и технологических свойств молока, которое нередко имеет пониженное содержание казеина, увеличенную долю сывороточных белков и небелкового азота в общем количестве белка, более низкую титруемую кислотность, высокую бактериальную обсемененность, большое число соматических клеток, нарушенный микроэлементный баланс. Ухудшение (по экологическим причинам) состава животноводческого и растительного сырья приводит к тому, что оно становится малопригодным для переработки, в результате уменьшается выход готовой продукции и увеличиваются отходы сырья.

По мере развития химической промышленности и индустриализации сельского хозяйства в природный круговорот вовлекаются все

новые и новые количества азота. Возникает проблема загрязнения продукции сельского хозяйства нитрозосоединениями и их предшественниками – нитратами и нитритами. Следует обратить внимание на сезонные колебания в содержании нитратов в заготавливаемом молоке – их увеличение в летний и осенний периоды, что обусловлено подкормкой животных зеленой массой и повышением содержания нитратов в растениях в это время года.

Исследованиями влияния азотистых удобрений на химический состав и физические свойства молока установлено, что в молоке с пастбищ, удобренных азотом, происходят нежелательные изменения химического состава и физических свойств, что снижает его пригодность для производства сгущенного молока, сыра, кисломолочных продуктов и питьевого молока. Степень загрязнения молочных продуктов нитрозосоединениями коррелирует с увеличением нитратной нагрузки в кормах, содержанием их предшественников в молоке и его технологической обработкой (тепловая обработка молока, в том числе сушка, использование специй, посолочных компонентов или наполнителей также иногда приводят к увеличению количества нитрозосоединений). Исследованиями молочных продуктов на содержание нитратов и нитритов установлено, что с уменьшением массовой доли белков в продукте количество нитратов в нем снижалось.

Таким образом, нарастающая загрязненность объектов окружающей среды окисными соединениями азота, в первую очередь нитратами, может привести к увеличению содержания канцерогенных веществ в организме человека.

По-прежнему актуальна проблема присутствия в продуктах питания пестицидов. Пестициды – химические вещества, обладающие токсическими свойствами по отношению к определенным группам живых организмов, - от бактерий и грибов до растений и теплокровных животных. Степень (и уровень) загрязнения ими продуктов зависит от масштабов их применения в сельском хозяйстве, устойчивости пестицидов, свойств почвы, климатических условий и др. Некоторые пестициды могут сохранять свои токсические свойства в течение многих лет. Они накапливаются в почве и из нее переходят в растения. Эти вещества представляют опасность всегда. Ученые утверждают, что загрязненные пестицидами кормовые культуры в зеленом (свежем) виде, в сухом, и, конечно, в виде силосов, жома, барды, комбикормов, жмыхов и т.п. являются основной причиной попадания их в продукты питания в течение всего года.

Проблема пестицидов имеет важное значение при производстве высокожирных молочных продуктов, так как жирорастворимые малополярные пестициды переходят в них пропорционально концентрации жира, в связи с чем сливочное масло в известной мере может служить ориентиром при оценке загрязнения окружающей среды жирорастворимыми ксенобиотиками.

Токсические свойства пестицидов многообразны. Их опасность заключается в том, что они крайне устойчивы и способны накапливаться в организме человека, оказывая вредное, разрушающее воздействие на многие органы, особенно на печень, вызывая тяжелые ее заболевания (в том числе и цирроз).

В результате осуществления Минсельхозпродом, Госкомсанэпиднадзором Республики Беларусь и их органами на местах мер по упорядочению использования химических средств защиты растений, ограничению на применение ряда препаратов и сокращению в последние годы объемов химизации отмечена положительная динамика остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, в частности, в молоке и молочных продуктах: число проб с превышением допустимых уровней сократилось за последние пять лет с 3,2 до 1,6%.

Особую группу токсических веществ, попадающих в продукты питания, составляют тяжелые металлы. Главные источники загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами – выбросы ТЭЦ и промышленных предприятий, выхлопные газы автотранспорта, фосфорные удобрения. Загрязнение среды приводит к прямым потерям продукции в сельскохозяйственном производстве. При высоком уровне содержания тяжелых металлов ухудшаются свойства почв, замедляется рост и уменьшается урожайность растений, ухудшается состояние и снижается продуктивность животных при поедании таких кормов. Тяжелые металлы – кадмий, ртуть, свинец – являются сильнодействующими токсическими веществами.

При сепарировании молока свыше 95% кадмия переходит в обезжиренное молоко. Содержание кадмия в кислотном казеине и сывороточных белках составляет соответственно 14,76-19,63 и 5,94-6,74% от общего количества его в молоке. Существенное влияние на присоединение кадмия к белкам оказывают активная кислотность среды и степень дисперсности белков молока. Способность кадмия присоединяться к сульфидным группам используется при удалении этого металла из молока при помощи ионообменных смол. Установлено, что кадмий накапливается в организме человека в течение всей жизни даже при неболь-

шом содержании его в окружающей среде. Большая часть его поступает в печень и почки. Кроме того, он вызывает гипертонию и анемию, понижает активность ферментов.

Довольно распространенным токсикантом является ртуть. Содержание ее в молоке зависит от времени года (максимальное количество – в ноябре и снижение с наступлением отелов). Сообщается, что большая часть ртути, содержащейся в молоке (50% и более), связывается с казеином и 28% - с сывроточными белками, остальная же часть находится в ионной форме в водной фракции молока. Употребление белковой продукции, полученной из молока, загрязненного ртутью, может привести к отравлению. ВОЗ установлена минимальная токсичная доза для человека ~ 5 мкг в день. Опасность попадания ртути в организм усугубляется тем, что она способна накапливаться в нем. Высокую аккумуляционную способность к ртути проявляет мозг, что может привести к психическим расстройствам и даже к параличу. Особую опасность представляет она для беременных и кормящих женщин.

Прогрессирующее загрязнение окружающей среды таким ядовитым веществом как свинец вызывает большую тревогу ученых и специалистов. Особенно много его в молоке, получаемом от коров, пасущихся в зонах, расположенных вблизи шоссеиных дорог, заводов, производящих и перерабатывающих свинец. Попадает он в молоко через корма и из воздуха. Установлено, что 50% свинца, содержащегося в воздухе, используемом при сушке молока, переходит в сухой продукт. Попав с молоком в организм человека, свинец оказывает негативное воздействие прежде всего на кровеносную и нервную системы, на почки и желудочно-кишечный тракт. Накопление его в организме человека приводит к снижению умственных способностей и неврологическим заболеваниям.

Роль микроэлементов в жизнедеятельности людей общеизвестна. Введение в рацион питания недостающих микроэлементов обеспечивает нормальное физиологическое состояние человека. Корма, применяемые в животноводстве, также обогащаются микроэлементами – кобальтом, медью, цинком, марганцем, молибденом, йодом, селеном, фтором. Однако превышение природно- необходимых уровней содержания микроэлементов в продуктах питания и кормах переводит их в разряд токсических. Поэтому установлены жесткие нормы их содержания в продуктах питания.

Вредные токсические вещества, попавшие тем или иным путем в организм животного, переходят в готовый продукт в одних случа-

ях полностью, в других – частично. В сгущенные и сухие молочные продукты они переходят из молока в таких же пропорциях, в каких увеличивается в них содержание сухих веществ по сравнению с исходным сырьем. Установлено, что железа, меди, цинка, марганца, свинца и кадмия в сгущенных молочных продуктах содержится в 3-5 раз больше, чем в сыром молоке. Некоторые биоциды концентрируются в жировой фазе и почти полностью остаются в масле, в больших количествах они могут быть в сырах, сметане и в других высокожирных продуктах.

Число известных в настоящее время микотоксинов оценивается ориентировочно. Они образуются из многочисленных низших плесневых грибов. При этом возможны различные способы задержания молока. Из природных канцерогенных веществ наибольшую опасность представляют афлатоксины. Причиной появления в молоке афлатоксина В₁ является наличие его в кормах. Афлатоксин В₁ образуется под воздействием группы мезофильных грибов (в частности, *Aspergillus*). Образование и оптимальный рост токсинов происходят при 20-25 °С, минимальный – при 30-40 °С. Во избежание превышения предельно допустимого уровня токсинов в молоке – 10-15 мг/кг молочная корова с удойностью 5-6 тыс. кг в год может ежедневно потреблять не более 10-50 г афлатоксина В₁.

Из других загрязняющих продукты питания веществ особое место занимают лекарственные средства, применяемые для профилактики и лечения животных, ускорения их роста, улучшения качества и сохранности кормов. К сильнодействующим лекарственным препаратам, используемым в ветеринарии и животноводстве, относятся антибиотики. Последние способны циркулировать по пищевым цепям, переходить из кормов и воды в кровь, органы, ткани животных и продукты.

Выделяют три причины ухудшения здоровья людей в связи с использованием ветеринарных лекарственных препаратов: фармакоксикологическую угрозу; микробиологическую (наличие патогенных бактерий в желудке – дисбактериоз); иммунно-патологическую угрозу (возникновение аллергических заболеваний у взрослых и диатеза у детей).

Несмотря на запрещение органами государственного ветеринарного и санитарно-эпидемиологического надзора использования медицинских антибиотиков в качестве кормовых добавок, остаточные их количества обнаруживаются в 15-26% продукции животноводства.

В качестве эффективного способа, снижающего ущерб, наносимый антибиотиками производству молочных продуктов (наряду с

ультрафильтрацией, инаktivацией энзиматическим путем, стерилизацией), многие исследователи предлагают использовать резистентные закваски. Так, при производстве кисломолочных продуктов применяются специальные штаммы молочных культур, которые способны расти в присутствии остатков антибиотиков.

В большинстве случаев появление антибиотиков в молоке связано с использованием их для лечения мастита, который нежелателен прежде всего из-за негативного влияния на бактериологическое качество молока. Заболевание коров маститом влияет, помимо снижения надоев, на состав молока и его технологические свойства. Повышение содержания соматических клеток в молоке является причиной ухудшения качества вырабатываемых из него продуктов, снижения их выхода. В таком молоке повышается содержание сывороточных белков, гамма-глобулина, лизоцима, других неспецифических бактерицидных веществ, снижается способность молока к молочнокислому брожению и сычужному свертыванию, что ведет к нарушениям технологического цикла при производстве сычужного сыра.

Значение мастита с санитарно-гигиенической точки зрения имеет свои аспекты: во-первых, не исключается патогенность всех возбудителей мастита для человека. Но, поскольку процессы жизнедеятельности всех возбудителей и выделяемых ими токсинов (включая термоустойчивые стафилококковые энтеротоксины) прекращаются при пастеризации, потенциальную опасность для здоровья представляет употребление сырого молока и изготовляемых из него молочных продуктов (свежий мягкий сыр), которые могут производиться в мини-цехах и фермерских хозяйствах без соответствующего контроля молочного сырья; во-вторых, угрозу для здоровья человека могут представлять антибиотики и химические вещества, применяемые в терапевтических и (или) профилактических целях для борьбы с маститом.

Рассматривая вредные воздействия пестицидов, нитратов, тяжелых металлов и других веществ на организм человека, необходимо подчеркнуть, что особенно они опасны для детей. Детский организм быстрее усваивает кадмий, свинец, ртуть, пестициды и нитраты и в большей степени подвержен воздействию вредных (и нежелательных) веществ. Большую опасность для детей представляют органические соединения – загрязнители, так называемые глобальные хлорорганические контаминанты, к которым в первую очередь относятся полихлорированные бифенилы (ПХБ) – диоксины, циркулирующие в биосфере. Они относятся к супертоксикантам, т.е. веществам, которые даже в малых

дозах (10^{-9} - 10^{-4}) представляют большую опасность для здоровья человека. Относительно высокие концентрации диоксинов обнаружены в женском молоке, что еще раз подтверждает, что основной источник поступления диоксинов в организм человека – продукты питания (молоко, мясо, масло, рыба, куриные яйца и другие продукты ввиду липофильной природы этих супертоксикантов). Не исключается вероятность их попадания с питьевой водой и воздухом вследствие способности сорбироваться на твердых частицах, а также хороших адгезионных свойств. Трудность рассмотрения различных вопросов, связанных с диоксинами, в значительной степени обусловлена высокой стоимостью проведения анализа этих соединений имеющимися в настоящее время методами (один анализ стоит 1-3 тыс. долл. США).

Несмотря на сложность проблемы некоторые направления исследований по разработке способов очистки сельскохозяйственного сырья от ксенобиотиков уже обозначены. В условиях продолжающегося загрязнения окружающей среды супертоксичными диоксиновыми ксенобиотиками необходимо комплексное решение проблемы, так как диоксины способны накапливаться в воздухе, воде, растениях, организме животных и человека, продуктах питания. Исследования следует начинать с мониторинга диоксинов в традиционных сырьевых зонах – поставщиках молока для производства продуктов детского питания, установления ПДК диоксинов для молока и детских продуктов, фиксации значения этого параметра в соответствующих нормативных актах и т.д.

Опыт развитых стран показывает, что существуют реальные пути получения экологически безопасных продуктов для детей и взрослых, при этом к качеству сырья для выработки детских продуктов предъявляются более жесткие, чем в странах СНГ, требования. Хорошие показатели качества молока для детского питания обеспечиваются высоким профессиональным уровнем работы специалистов на всех этапах – от кормопроизводства и содержания коров до реализации готовой продукции. Кроме того, исследования молока-сырья проводят независимые лаборатории, что делает его оценку более объективной. Эти лаборатории оснащены современными электронными программами и системами контроля качества продуктов.

В республиках бывшего Союза также проводятся работы по получению экологически безопасного молока и созданию систем экологического и технологического мониторинга по выработке продуктов детского питания гарантированного качества. Имеются карты-схемы геохимических аномалий почв и гидроэкологического состояния областей

и регионов, а также потенциального загрязнения почв вследствие применения минеральных удобрений, известкования, фосфатирования и т.д. составляются обобщающие схемы экологического состояния.

Загрязнение пестицидами. Пестициды, являются важным фактором положительного воздействия человека на продуктивность сельского хозяйства, но в то же время могут оказывать на окружающую среду побочные явления: загрязнение остатками пестицидов растений, почвы, воды, воздуха; накопление и передача по цепям питания отдельных наиболее стойких пестицидов; случаи отравления отдельных диких животных (рыб, птиц, млекопитающих, полезных насекомых); возникновение устойчивых популяций вредных организмов и др.

При обработке пестицидами значительное количество ядохимикатов рассеивается в пространстве или испаряется, а при опыливания с самолета большая их часть не достигает земли и длительное время находится в воздухе, что создает опасность сноса веществ на большие расстояния. Быстрая потеря препарата приводит к необходимости повторной обработки, т.е. к еще большему загрязнению почвы и воздуха.

Большое количество пестицидов переносится по поверхности почвы с пылью. Установлено, что воздух загрязняется при опыливания, чем при опрыскивании. На растениях задерживается только 25-50% препарата, остальное количество какое-то время находится в воздухе, а затем оседает на растения и почву на значительном расстоянии от места обработки. Поэтому в странах СНГ применение пестицидов способом опыливания ограничено.

По ориентировочным данным около 2% общего количества различных веществ, загрязняющих почву, составляют пестициды. Ежегодно во всем мире применяется более 1 млн. т гербицидов, 900 наименований и почти 90% этих веществ впитывается в почву. Наиболее стойкие к разрушению, т.е. способные к накоплению в окружающей среде, являются ХОП (хлорорганические соединения, ДДТ, ГХЦГ и др.). Они обнаруживаются сейчас во всех организмах, населяющих планету. По данным исследований 50% ДДТ, внесенного до 1970 г., циркулирует во внешней среде.

В почву пестициды попадают при непосредственном их внесении в пахотный слой или поверхностной обработке почвы, опыливания и опрыскивании растений наземной техникой, при посеве семян, предварительно протравленных.

Нередко причиной загрязнения окружающей среды является неудовлетворительный способ затаривания (т.е. в крупной упаковке),

при разгрузке какое-то количество препарата выливается или остается на дне, отравляя людей и нанося ущерб природе.

Тяжелое положение в стране сложилось с техникой внесения пестицидов. Малообъемные опрыскиватели, дающие размер капель 80-800 мкм, пока еще не выпускаются, их использование позволило бы снизить дозы пестицидов на 25-50%.

В природоохранном аспекте целесообразно классифицировать пестициды по тем побочным эффектам, которые они оказывают на окружающую среду. Наиболее важными являются: устойчивость пестицидов к разрушению или длительность их сохранения в воде и почве без превращения в безопасные продукты (персистентность); способность к накоплению в тканях живых организмов; растворимость и связанную с ней миграционную способность.

Стойкость пестицидов определяется временем их полураспада. По скорости разложения пестициды делят на 6 групп.

1) самые стойкие – хлорорганические соединения (время разложения более 18 мес., например, ДДТ, ГХЦГ);

2) 18 мес.- производные мочевины, симазин и др.;

3) до 12 мес.- производные бензойной кислоты;

4) до 6 мес.- нитрозамины и др.;

5) более 3 мес. – производные карбаминовой кислоты и др.;

6) менее 3 мес. – фосфорорганические соединения.

Степень устойчивости пестицидов зависит от химической природы, нормы и срока внесения пестицида, типа почвы, механизма воздействия, степени увлажнения и других факторов. Наибольшую опасность для природной среды представляют хлорорганические пестициды, поскольку они обладают токсическим действием, значительной персистентностью в почве и воде и способностью к накоплению в окружающей среде. Наиболее опасным в этом классе пестицидов является ДДТ – препарат, повсеместно запрещенный в последнее время для использования.

На почвах легкого механического состава, на плодородных почвах разложения пестицидов идет быстрее, а на кислых почвах остатки пестицидов сохраняются дольше. С превышением температуры воздуха ускоряется распад остатков пестицидов.

В последнее время наметилась тенденция к замене хлорорганических пестицидов менее стойкими соединениями, прежде всего, фосфорорганическими пестицидами. Эти вещества хорошо растворяются в воде. Многие из них обладают высокой стойкостью (метафос, базудин).

За короткое время разложения (несколько десятков суток) пестициды этого класса часто превращаются в соединения более токсичные, чем исходный препарат. Наиболее характерным является хлорофос.

В растения пестициды попадают через надземные органы и корни. Пути их поступления и потери следующие: испарение в атмосферу, высыпание на наружной поверхности листа, проникновение в кутикулу и растворение в липоидном слое и т.д.

Ядохимикаты, попадая на листья растений, проникают внутрь растения и накапливаются в нем. Но чаще защищая растительные органы от действия попадающих в почву токсичных веществ, корни накапливают их, не давая проникать в стебель, листья, продуктивные органы.

Большинство из них отличаются низкой токсичностью для теплокровных животных, но наибольший ущерб связан с их устойчивостью к разрушению.

В водоемы ядохимикаты поступают со сточными водами предприятий, при авиационной обработке сельскохозяйственных угодий и лесов, с дождевыми и тальными водами, в результате нарушения агротехники. Попавшие в водоем препараты сначала разбавляются до незначительной концентрации, а затем разлагаются. Наиболее опасны стойкие пестициды (ДДТ и т.д.), остатки которых в воде обнаруживаются длительное время. Остатки пестицидов накапливают рыба, ракообразные и создают опасность для других живых организмов. Пестициды могут проникать и в грунтовые воды.

Для охраны здоровья населения и предотвращения циркуляции пестицидов в природе установлены гигиенические нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) пестицидов в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе, в воде открытых водоемов и в почве, а также предельно допустимые остаточные количества (ДОК) пестицидов в различных пищевых и кормовых продуктах и допустимые сроки последних обработок культур до сбора урожая (время ожидания) – периоды, в течение которых применяемый пестицид разрушается полностью или до допустимых остаточных количеств. Все эти нормативы указаны в списке и их нарушение недопустимо.

Все работы, связанные с применением ядохимикатов, должны выполняться согласно «Инструкции по технике безопасности при хранении, транспортировке и применении ядохимикатов в сельском хозяйстве».

Выявление причин недостаточной эффективности одностороннего применения химического метода в последнее время привело к из-

менению взглядов на защиту растений. Прежде всего, изменилась тактика применения пестицидов к ассортименту препаратов. Широкое признание получило представление о том, что для создания на полях оптимальной фитосанитарной обстановки необходимо сочетание или интегрирование химического, биологического, агротехнического и других методов защиты растений с целью регуляции численности комплекса вредных видов на уровне, допустимом с точки зрения экономики и с учетом складывающейся экологической обстановки.

В связи с этим наряду с традиционным ведением сельского хозяйства во многих странах развивается альтернативное земледелие, в первую очередь основанное на строгом соблюдении научных рекомендаций по освоению природно-ресурсного потенциала агроценозов и использованию факторов интенсификации с целью уменьшения негативных последствий для агроэкосистемы в целом сохранения динамического равновесия всех ее составляющих.

В основу альтернативного земледелия входит задача сокращения до минимума внешнего воздействия на агроэкосистему, создания предпосылки для использования ее собственного биопотенциала.

Цели альтернативного (биологического) земледелия заключаются в следующем:

- сохранение и повышение плодородия почвы;
- защита окружающей природной среды;
- активизация круговоротов превращения веществ;
- улучшение качества продукции;
- производство гарантированного количества продукции;
- экономия невозполнимой энергии.

Применение средств химизации в растениеводстве и животноводстве.

Исследования, проведенные в последнее время, позволили определить фактический размер потерь минеральных удобрений на пути от завода до поля и выявить основные причины, влияющие на потери. Фактические потери минеральных удобрений по республике достигают 15%, что в пересчете на физический вес составляет более 600 тыс.т в год. Причины этого могут быть следующие:

- при хранении и применении туков они прилипают к полу и стенам складов, к мешкотаре, просыпаются при разрыве мешков, на них попадают осадки. Удобрения разносятся колесами машин, погрузчиков, выдуваются ветром при погрузочно-разгрузочных работах, при транс-

портировке. Они остаются на месте расположения буртов;

- малая обеспеченность необходимыми хранилищами. Потребность в складах в республике удовлетворена на 55-60%, причем большинство складов не приспособлены для хранения удобрений. До сих пор значительная часть удобрений, даже пестицидов, «хранится» под открытым небом;

- потери при внесении за счет сноса ветром за пределы удобряемого поля.

Неравномерность внесения снижает эффективность удобрений на 15% и более, вызывает неравномерность почвенного плодородия и полегания посевов, что ухудшает качество урожая и затрудняет уборку.

Исследованиями установлено, что центробежные разбрасыватели вносят удобрения с неравномерностью 35-40% и более (допустимый показатель неравномерности внесения калийных и фосфорных – 25%, азотных – 15%). При внесении минеральных удобрений с неравномерностью 35-40% недобор зерна составляет 2,5-3 ц/га. Особо чувствительными к неравномерности распределения удобрений в почве являются ячмень и лен.

Существенным резервом повышения эффективности минеральных удобрений является локальное внесение полной дозы. Этот технологический прием позволяет повысить урожайность зерновых на 2-3 ц/га, картофеля, корнеплодов, овощных и силосных культур – не менее чем на 20-40 ц/га по сравнению с разбросным способом.

Агротехнической наукой установлено, что в связи с более высокими коэффициентами использования питательных веществ при локальном применении удобрений, нормы их внесения могут быть снижены на 30-40% по сравнению с разбросным без снижения урожайности. Следовательно, потери удобрений при локальном внесении на 30-40% меньше, чем при сплошном, и на столько же уменьшается попадание их в грунтовые воды и поверхностные источники. Существующая технология и техника известкования кислых почв пылевидными известковыми материалами с точки зрения экологических требований крайне несовершенна. Значительная часть пылевидных материалов уносится за пределы обрабатываемого поля, равномерность внесения не обеспечивается. Более того, значительная часть известковых материалов складывается в буртах, в результате их физико-механические свойства ухудшаются и они не могут быть внесены пневматическими машинами. В этих случаях применяют центробежные разбрасыватели, которые не обеспечивают необходимой равномерности разбрасывания.

Использование средств химической защиты растений является одной из главных проблем загрязнения окружающей среды. Хотя в настоящее время борьба с вредителями, болезнями и сорняками проводится в значительном объеме, потери урожая от вредителей остаются недопустимо большими и оцениваются следующим образом: зерновые – 51,5%, сахарная свекла – 32,7%, картофель – 47,7%, виноград – 53%, хлопок (волокно) – 51,9%, соя – 40,7%, фрукты – 31,4%, овощи – 38,6%. Потери от сорняков, несмотря на агротехническую, химическую и биологическую борьбу, по оценкам специалистов на зерновых составляют 10,6%, льна – 10,3%, сахарной свеклы – 8,2%, картофеля 6,5%, овощей 10%, многолетних трав – 20%, плодов и ягод – 7%, в целом 10,7% продукции. Согласно оценкам ФАО, если прекратить использование пестицидов, общая урожайность сократится на 35-50%, что приведет к повышению цен на сельскохозяйственные продукты на 50-70%. Это подчеркивает необходимость проведения защиты урожая имеющимися средствами с целью его повышения и улучшения качества.

Ситуацию с протравлением семян зерновых, обработкой посадочного материала защитно-стимулирующими веществами также нельзя признать удовлетворительной из-за недостаточного количества пунктов обработки и отсутствия средств механизации. В кормопроизводстве эти работы выполняются с помощью примитивных механизмов и оборудования, поэтому нередко не только не достигается ожидаемый результат, но и обрабатываемые корма сильно загрязняются химикатами, чем наносится вред здоровью животных, а затем и человеку. Все это является причинами больших потерь удобрений, химических мелиорантов и средств защиты растений, низкого качества внесения их в почву, высоких затрат на химизацию и ухудшения экологического состояния почв, воды, продукции растениеводства и животноводства.

Применение средств химизации (известки, удобрений, пестицидов и бесподстилочного навоза) без учета почвенных условий, необоснованное завышение доз и некачественное их внесение могут оказывать негативное влияние на состояние почвенного покрова.

Результаты 8-го тура агрохимического обследования (1994-1998) показали, что пахотные угодья Республики Беларусь в основном имеют слабокислую или близкую к нейтральной реакции среды. Количество кислых почв с рН (в КСl) менее 5,0 составляло по данным на 01.01.97 г. только 8,3% от всей площади пашни. В то же время на 150 тыс. га пашни (2,6%) отмечается избыток кальция (рН в КСl более 7,0), который негативно сказывается на продуктивности культур кальциефо-

бов: картофеля, льна, люпина.

Систематическое применение фосфорных и калийных удобрений на пахотных почвах Республики Беларусь в течение 30 лет (1967-1997) привело к повышению содержания P_2O_5 и K_2O соответственно с 65 и 57 до 190 и 182 мг/кг почвы при оптимальных параметрах обеспеченности 200 и 300 мг/кг. В то же время на пахотных угодьях выделяется небольшая группа почв, достаточно высоко обеспеченных фосфором (5% от общей площади пашни) и калием (11,5%), где содержание этих элементов превышает по фосфору 400 мг/кг и калию 300 мг/кг почвы. На таких почвах фосфорные и калийные удобрения временно можно не применять.

К негативным явлениям, связанным с применением минеральных удобрений, относится загрязнение почв, грунтовых и поверхностных вод нитратами. При внесении азота в необоснованно высоких дозах запас минерального азота в почве превышает количество, которое сельскохозяйственные культуры способны усвоить на формирование урожая. Поэтому часть азота в нитратной форме под воздействием атмосферных осадков вымывается из пахотного горизонта в нижележащие слои почвы. Особенно сильное загрязнение почв нитратами происходит при применении необоснованно высоких (более 200 кг азота на 1 га) доз бесподстилочного навоза.

Все более заметно проявляется загрязнение почв тяжелыми металлами. Опасным источником тяжелых металлов являются осадки сточных вод и твердые бытовые отходы (6-7 млн. м³ в год), в которых наблюдается высокое содержание кадмия, кобальта, никеля, хрома, меди. Поэтому утилизация отходов в качестве удобрения возможна лишь при озеленении городов и при лесопосадках.

Все более интенсивно применяются химические средства в животноводстве. Для сохранения и повышения качества кормов используются различные консерванты, небелковые азотсодержащие добавки, витамины, антиоксиданты, а также биологически активные вещества. Среди них имеются и гормонально активные препараты, способные внести значительные изменения в биологические процессы у животных. Кормовые добавки, обеспечивающие полноценность питания, имеют в современных условиях особенно большое значение. Обработка кормов химическими консервантами проводится для более длительного их хранения и сохранения питательных веществ.

Увеличение рекомендуемых норм удобрений, неравномерное распределение их по полю, несоблюдение оптимальных сроков и спосо-

бов внесения приводят к проникновению нитратов, сульфатов и хлоридов в грунтовые воды и повышению их содержанию в питьевой воде, что особенно вредно для людей и животных. Применение в большом количестве минеральных удобрений может снизить биологическую полноценность пищи и кормов, привести к нежелательным изменениям соотношения зольных элементов и состава органических компонентов.

В процессе роста и развития растения большая часть попадающих в него азотсодержащих соединений используется для синтеза белков и некоторых других составных элементов. Однако некоторая часть азотных соединений накапливается в виде солей азотной кислоты – нитратов.

Употребление животными и человеком питьевой воды с наличием нитратов больше допустимых норм приводит к тяжелым заболеваниям, а продуктов растительного происхождения, содержащих повышенное их количество, может вызвать отравления.

В организме человека и животных под влиянием кишечной микрофлоры нитраты восстанавливаются в нитриты, которые приводят к образованию в организме метгемоглобина. Особенно чувствительны к нитратам дети, молодняк животных.

Опасность применения пестицидов обусловлена их токсичностью для человека и фауны, а в некоторых случаях и для растений, кроме того, способностью вызывать побочные эффекты и отдаленные последствия.

В настоящее время в США гербицидами обрабатывают до 90% посевных площадей. В ФРГ к выращиванию сельхозпродукции без применения химических средств прибегают мелкие фермеры, продукция которых в объемах поставок составляет всего 0,1%.

Следует отметить и мнимую безопасность продукции, выращенной без применения химических средств. Нередко в ней обнаруживаются токсины, выделяемые фитопатогенами, что является не меньшей опасностью для здоровья человека, как и сверхнормативные остатки химикатов в продуктах.

Пестициды могут привести к последствиям, результаты которых следует рассматривать с точки зрения здоровья человека и окружающей среды: злоупотребление или небрежность (некоторые случаи, связанные с хранением и ликвидацией остатков пестицидов), появление остатков пестицидов в пищевых продуктах, накопление в почве, воде, в тканях животных и человека, сокращение численности диких животных и птиц, уничтожение или повреждение флоры и фауны, токсичность по отноше-

нию к человеку и животным.

Загрязненность продуктов питания и окружающей среды в экономически развитых странах уменьшается и не превышает предельно допустимого уровня. В нашей стране загрязнение продуктов питания и окружающей среды обусловлено неграмотным применением и хранением пестицидов в пищевых продуктах и окружающей среде, необходимо резко повысить квалификацию и дисциплину специалистов по защите растений и разрешать применение пестицидов только лицам, прошедшим специальную подготовку. Создание службы защиты растений в хозяйствах имеет не только экономическое, но и экологическое и социальное значение.

Сейчас особенно необходим экологический подход к защите растений, который позволил бы от традиционной, чисто «истребительной» стратегии защиты растений, не учитывающей законы природы, перейти при защите растений к принципу управления агроэкосистемами. Защита растений от вредителей, болезней и сорняков должна быть только интегрированной. Интегрированная защита растений основывается на понимании того, что мероприятие одновременно с ее высокой эффективностью должна быть экологически современной, не допускающей загрязнения биосферы пестицидами, обеспечивающей высокое качество сельскохозяйственной продукции, охрану здоровья людей, снижение материальных и энергетических затрат. Суть интегрированной защиты растений заключается в системном использовании факторов самозащиты растений и агробиоценоза, и только в необходимых случаях – в применении специальных защитных мер.

Химический метод защиты растений – средство регулирования численности вредных организмов, удерживающий их на хозяйственно неощутимом уровне. При повышении численности вредителей не более чем в три раза оказывается достаточной техническая эффективность 50-60%-ной концентрации раствора пестицидов, при этом максимальная норма расхода препарата может быть снижена на 25-50%. В реальной обстановке такая численность вредителей является преобладающей, но она обычно не принимается во внимание и расход пестицидов не уменьшается, что вызывает значительный экономический и экологический ущерб.

Остатки нитратов и пестицидов в продуктах животноводства обнаруживаются и отрицательно влияют на качество продукции при скармливании животным загрязненных кормов и, в меньшей степени, в воде и воздухе.

Экологическая ситуация в Республике Беларусь в условиях интенсивной мелиорации земель.

Беларусь среди стран СНГ выделяется большим удельным весом болот. Более 40% земельного фонда республики (7,6 млн. га) не могло эффективно использоваться в сельскохозяйственном производстве из-за переувлажненности, мелкоконтурности, завалуненности, закустаренности, низкого плодородия почв и т.д.

Земельный фонд республики по состоянию на сегодняшний день составляет 20759,6 тыс. га из него сельскохозяйственные земли – 6230,1 тыс. га (45%), лесные и прочие лесопокрытые земли – 40,1%, земли, находящиеся под болотами – 1,6%, под водой – 2,2%, дорогами и прогонами, улицами, площадями и другими местами общего пользования, постройками и дворами – 4,0%.

Площадь лесных и прочих лесопокрытых земель за последние 5 лет увеличилась на 48,3 тыс. га за счет перевода в эту категорию кустарником и мелколесьем бывших сельскохозяйственных земель, а также посадок леса на песчаных и прочих неиспользуемых в сельском хозяйстве землях. В перспективе сохранится тенденция увеличения площади земель, находящихся под водой, в основном за счет рекультивации торфяников, на которых после выработки торфа создаются водохранилища. Под дорогами и прогонами площадь земель с 1990 по 1995 г. возросла на 23,3 тыс. га за счет передачи придорожных полос, строительства новых и реконструкции действующих автомобильных дорог. В перспективе ожидается увеличение этой площади за счет отчуждения земель в процессе создания коммуникационного коридора Берлин-Москва.

Пахотные земли республики в различной степени завалунены (9,7%). Эродированные и эрозионно-опасные земли занимают 2322,8 тыс. га. Ежегодно в результате водной эрозии со склоновых земель смывается до 15 т плодородного слоя почвы с 1 га. Около 2 млн. га пахотных земель и 0,7 млн. га сенокосов и пастбищ характеризуются повышенной кислотностью и нуждаются в дополнительном известковании. Вследствие разработки месторождений торфа и других полезных ископаемых, строительства дорог, нефтегазопроводов и иных объектов промышленного характера требуют восстановления более 60 тыс. га нарушенных земель.

В настоящее время имеется 3025 тыс. га осушенных и 115 тыс. га орошаемых земель. В последние годы заметно снизились объемы мелиоративных работ.

Более 2/3 мелиоративного фонда республики (4,5 млн. га) передано под сельскохозяйственные угодья, на площади 6 млн. га проведены культуротехнические и агромелиоративные работы.

В республике произошло существенное перемещение сельскохозяйственного производства на осушенные земли, которые во многих областях и районах играют основную роль. Мелиоративные мероприятия частично компенсируют выбытие угодий из сельскохозяйственного оборота. Это особенно важно на данном этапе, когда в результате Чернобыльской катастрофы обширные площади земель сельскохозяйственного значения оказались загрязненными радионуклидами.

Биоклиматический потенциал республики позволяет получать на мелиорированных землях республики 10-12 т/га кормовых единиц. Фактическое состояние мелиоративного земледелия позволяет получать 6-8 т/га кормовых единиц. В целом по республике к началу 90-х годов на всей площади осушенных сельскохозяйственных угодий получено по 3,3 т/га, а на пашне – 4,5 т/га кормовых единиц.

Проблема обеспечения населения республики продуктами питания решается главным образом путем повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий и вовлечения новых земель в сельскохозяйственный оборот. Оба эти направления осуществляются с помощью мелиорации.

Расширение площадей сельскохозяйственных угодий, особенно пахотных, базируется на так называемом мелиоративном фонде – группе земель сельскохозяйственного пользования, обладающих низкой продуктивностью.

Мелиорация – это комплекс мероприятий по коренному улучшению земли и изменению неблагоприятных для земледелия природных факторов в целях сохранения и повышения плодородия почвы.

В зависимости от задач мелиорация подразделяется на следующие виды:

1) сельскохозяйственная гидрологическая мелиорация – направлена на регулирование водного, воздушного, теплового режимов почв (осушительные и оросительные мелиорации);

2) лесная мелиорация – система мероприятий, направленных на улучшение почвенных, климатических, гидрологических условий выращивания сельскохозяйственных культур с помощью защитных лесных насаждений. Лесные насаждения способствуют улучшению микроклимата, снегораспределения, преодолению эрозии, улучшению водного режима.

Для борьбы с водной эрозией лесные насаждения стали применять сравнительно недавно. Противоэрозионное их действие объясняется более высокой водопроницаемостью почв под лесом, чем в поле;

3) противоэрозионная мелиорация – система мероприятий по регулированию почвенного стока воды, снижению скорости ветра, защите почв от водной, ветровой эрозий. К их числу относятся контурная обработка почвы, почвоуглубление, глубокое рыхление, окучивание, прерывистое бороздование, лункование, гребнистая вспашка, кротование, мульчирование, залужение ложбин и промоин.

Если для предотвращения эрозии почв недостаточно организационно-хозяйственных мер, применяют гидротехнические. Противоэрозионные гидротехнические сооружения устраивают перед вершинами, в вершинах оврагов, по их дну, по берегам рек и т.д. Так, закрепление дна оврагов осуществляется посредством различных запруд, а для задержания поверхностного стока устраивают валы-террасы перед вершинами оврагов;

4) культуртехническая мелиорация – создание условий для высокопроизводительного использования сельскохозяйственной техники на полях, окультуривание почвы путем очистки от камней, пней, кочек, планировки поверхности;

5) химическая мелиорация – известкование кислых почв, гипсование засоленных почв. В условиях интенсивного земледелия при использовании большого количества удобрений, особенно азотных, и при возросшем выносе кальция происходит подкисление почв.

На части кислых почв с низкой обеспеченностью фосфором целесообразно применение фосфоритной муки, мелкозалежных месторождений фосфоритов, отходов промышленности и тепловых электростанций;

7) песчаная мелиорация – система мероприятий по закреплению песков и повышению их плодородия. Она включает, помимо орошения и осушения, агролесомелиорацию, агрохимическую и биологическую мелиорации. Комплексное сельскохозяйственное освоение песков возможно лишь при правильном ведении севооборотов, осуществлении системы полевых полос, современной агротехнике.

Каждый вид мелиорации выполняет целевую задачу и осуществляется на землях определенного мелиоративного фонда. Например, осушительная мелиорация – на переувлажненных, заболоченных землях, оросительная – на почвах, где есть недостаток влаги.

Вместе с тем мелиорация земель позволяет привести в соот-

ветствие требования сельскохозяйственных культур к почвенно-климатическим условиям. Благодаря мелиорации, стало возможным продвижение сельскохозяйственных культур в новые районы. Применяя комплекс мелиоративных мероприятий человек превращает ранее бесплодные и низкоплодородные земли в высокопродуктивные.

Необходимость проведения мелиорации определяется природно-климатическими условиями и уровнем развития общественного производства. По мере роста населения и увеличения потребности общества в продуктах питания и промышленности в сырье мелиорация становится все нужнее. При этом и характер необходимых мелиоративных мероприятий меняется в соответствии с потребностями общественного производства. Например, территория Беларуси не характеризуется сильной засушливостью, поэтому до последнего времени здесь в основном применялись осушительные системы. Таким образом, за последние 10 лет удалось провести мелиорацию на площади свыше 3 млн. га земель, из них 2,9 млн. га составляют осушительные мелиорации. Однако потребность в увеличении объема и повышении устойчивости сельскохозяйственного производства (прежде всего необходимость создания устойчивой кормовой базы и обеспечение продуктами питания возросшего городского населения) привела к тому, что в условиях республики в настоящее время строятся оросительные системы, на переувлажненных землях – осушительно-увлажненные и осушительно-оросительные.

Более трети территории нашей республики представлено болотами и переувлажненными землями, естественное плодородие которых уступает старопашотным угодьям. Особенно сложные условия для сельскохозяйственного земледелия в зоне Полесья и Витебской области в связи с высокой заболоченностью и мелкоконтурностью территории. Из-за мелиоративной неустроенности земель в республике почти ежегодно теряется до 35% продукции растениеводства. Поэтому широко-масштабная мелиорация земель в нашей республике стала важнейшим фактором интенсификации всех отраслей сельскохозяйственного производства.

Мелиорация оказывает большое влияние на микроклимат, почву, растительность и весь природный комплекс территории, в том числе на водный режим прилегающих территорий, водоснабжение населенных пунктов, растительный и животный мир этих территорий, сток и т.д. В связи с этим в последнее время появились мнения об отрицательном влиянии мелиорации земель на окружающую среду, ставящие под сомнение проведение в широких масштабах этого мероприятия.

Природа изменяется, а тем более там, где вмешивается человек. Бесспорно и то, что влияние мелиорации на окружающую среду может быть положительным или отрицательным. Более того, отрицательное и положительное воздействие чаще всего проявляется одновременно в приложении к различным объектам природы.

В процессе осушения переувлажненных и торфяно-болотных почв изменение водного режима приводит к изменению теплового режима территории. Осушительная мелиорация в регионе, где три четверти земель сельскохозяйственного назначения переувлажнены, была неизбежной для развития сельского хозяйства и защита населения от частых разрушительных паводков. В настоящее время Полесье производит почти половину валовой продукции сельского хозяйства республики.

Однако мелиоративные работы, особенно в начальной их стадии в 70-е годы, проводились без учета экологических условий и требований охраны природных комплексов. Осушение более миллиона гектаров полесских болот оказало иссушающее воздействие на почвы и привело к учащению атмосферных засух, а также поздневесенних и ранневесенних заморозков. Это сильно усложняет ведение сельского хозяйства, хотя именно с этой целью и осушились обширные болотные условия. Изменение температурного режима торфяных почв обусловлено тем, что с понижением влажности и плотности торфа резко изменяется соотношение между его твердой, жидкой и газообразной фазами.

Вместо больших расходов тепла на испарение оно расходуется на прогревание почвы. Этому способствует то, что удельная теплопроводность осушенной почвы меньше, чем неосушаемой. Большое нагревание поверхности осушаемой почвы обуславливает увеличение потоков тепла в атмосферу. От поверхности нагретой почвы нагревается приземный слой воздуха. Таким образом, изменяется микроклимат и местный климат осушаемой почвы, нижнего слоя атмосферы. Тепловые свойства торфа увеличивают вероятность заморозков, их интенсивность и продолжительность. Так, на осушенных и освоенных болотах заморозки на 3-4⁰ ниже, чем на неосушенных.

Осушительный мелиорацией регулируется водный режим почвогрунтов, что обеспечивается регулированием поверхностного и внутригрунтового стоков, уровнем грунтовых вод.

Осушительные мелиорации обеспечивают регулирование водного режима территории следующими методами:

- 1) регулирование поверхностного стока с помощью открытых каналов и дренажа;

2) регулирование стока и притока грунтовых вод закрытым или открытым дренажем, регулирование притока грунтовых вод сверху – ловчими каналами или дренами, снизу – береговыми дренами.

В результате осушительной мелиорации поддерживается заданная влажность почвы и ее аэрация.

Негативными последствиями осушительной мелиорации являются:

- 1) возрастание в 2,5-5 раз густоты гидрографической сети;
- 2) возрастание в 1,5-2 раза минимальных и суточных расходов воды на сток;
- 3) строительство дренажа вызывает снижение уровней грунтовых вод на прилегающей территории. В зависимости от гидрологических условий оно может происходить от 1,0-1,2 м у границы осушаемого участка до 5-10 м на расстоянии до 3 км от него;
- 4) на осушенных землях в сухие годы наблюдается падение урожаев из-за падения уровней грунтовых вод. Поэтому целесообразно вернуть сбрасываемую воду полям, для чего необходимо строить водохранилища для повторного использования воды.

Мелиоративные мероприятия, создавая благоприятные условия для выращивания культурных растений, могут отрицательно влиять на естественную растительность, вызывая изреживание лесов на прилегающих к объекту территориях, исчезновение ягодников, дикорастущих лекарственных растений, перерождение растительных сообществ.

На территориях с высокой степенью сосредоточения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений, а также ценных технологических и лекарственных биоценозов обеспечиваются сохранение в целом природного комплекса инженерных мероприятий или созданием заповедников.

Таким образом, увеличение объемов применяемых средств химизации, в первую очередь азотных удобрений, приводит к загрязнению окружающей среды соединениями азота, ведущему к нарушению экологических систем. Не следует забывать, что размеры урожаев прямо связаны с уровнем применения азотных удобрений и что каждый четвертый житель планеты потребляет продукты питания, полученные за счет прироста урожая от использования минеральных удобрений, а во всех странах с развитым сельским хозяйством 50-60% объема продукции обусловлено применением минеральных удобрений.

15. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА НА КРУПНЫХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ И ПУТИ ЕЕ УЛУЧШЕНИЯ

Сельское хозяйство – одно из сложнейших антропогенных систем функционирующих в природной среде. И от того, как эта система учитывает природные условия, зависит состояние экологической среды. Поэтому система ведения сельского хозяйства должна быть экологически обоснованной, природоохранной.

Эксплуатация животноводческих ферм и комплексов выдвинула ряд серьезных проблем, связанных с охраной окружающей среды. При высокой концентрации поголовья скота на небольших по размерам территориях, новой технологии производства (бесподстилочное содержание животных, гидросмыв, обработка и утилизация навоза) осложняется решение вопросов охраны атмосферного воздуха, почвы, сельскохозяйственных культур и водоемов от загрязнения отходами животноводства. Политика сокращения малых ферм и укрупнения колхозов и совхозов, форсированное создание крупных животноводческих комплексов с отставанием строительства очистных сооружений усилили как постоянное загрязнение, так и аварийные прорывы стоков и малые реки, озера, пруды, увеличили загрязнение грунтовых вод. Это усугубилось еще и тем, что крупные комплексы в большинстве случаев «унаследовали» территории ферм центральных усадеб, которые обычно располагались вблизи рек и озер, и в итоге даже простейшие территориальные регламентации по водоохраным и санитарным зонам оказались нарушенными. Сосредоточение скота «под одной крышей» вне предела этих зон также усилило негативное воздействие на окружающую среду. По расчету исследователей, одна свинья по количеству выделяемых отходов приравнивается к 21 человек-эквиваленту. Давно уже наступило время, чтобы зоотехнические и агрономические исследования были направлены на совместное решение проблем утилизации отходов животноводства. В частности, агрономические опыты с азотными удобрениями должны дополняться зоотехническими наблюдениями за состоянием здоровья животных и качеством молока и мяса. Это позволит дать объективную оценку применяемым технологиям на луговых угодьях с учетом наличия в кормах различных токсикантов. Исследования необходимо проводить в системе почва-растения-животное-качество животноводческой продукции.

Индустриализация животноводства предполагает применение

определенных систем содержания животных, удаления и переработки навоза, требующих большого расхода воды. В технико-экономических обоснованиях проектов по строительству животноводческих комплексов для производства 1 т говядины и 1 т свинины планировалось расходовать соответственно 30-35 и 88-110 м³ чистой воды, вследствие этого явилось образование значительных объемов навозных стоков. Практически все очистные сооружения комплексов проектировались по типовым проектам 20-30-летней давности, что обеспечило 80% степени очистки сточных вод и на тот период времени отвечало требованиям природоохранных контролирурующих организаций. За 20 лет значительно повысились требования к степени очистки. Более того, очистные сооружения животноводческих комплексов из-за низкой эффективности работы оборудования снизили показатели очистки.

В условиях концентрации значительного поголовья животных на ограниченной территории жидкие навозные стоки рассматриваются не только как органическое удобрение, но и как потенциальный источник загрязнения почвы, поверхностных и грунтовых вод, а также атмосферного воздуха. По данным Всемирной организации охраны здоровья, навозные стоки могут быть факторами передачи более 100 инфекционных и паразитарных заболеваний животных, в том числе опасных и для человека. Особенно неблагоприятны в этом отношении свиноводческие комплексы, обсемененные патогенной микрофлорой, которая продолжительное время сохраняет жизнеспособность и вирулентность.

Бытующее до недавнего времени мнение о чистоте атмосферного воздуха в сельской местности не отражает реальной действительности в районах размещения животноводческих комплексов, выделяющих в атмосферу огромное количество пыли, микроорганизмов, аммиака и других соединений, обладающих неприятным запахом.

Кроме метана, аммиака, сероводорода и окиси углерода, которые обуславливают неприятный запах, на животноводческих предприятиях идентифицируются 27 различных газов, которые принадлежат к группе аминов, амидов, спиртов, меркаптонов. Степень концентрации в воздухе помещений веществ, которые имеют неприятный запах, во многом зависит от поры года. По результатам исследований различных авторов, в воздухе помещений содержится пыли от 0,18 до 3,5 мг/м³, микроорганизмов от 15,4 до 401,8 тыс./м³, аммиака от 6,5 до 21,2 мг/м³.

Источниками загрязнения атмосферного воздуха являются помещения для содержания скота, навозонакопители, сооружения биологической очистки сточных вод, пруды-накопители сточных вод, поля

филтрации, поля орошения и др. сооружения. Атмосферный воздух загрязняется также в процессе работы дождевальных установок при орошении полей сточными водами животноводческих комплексов. Значительными источниками загрязнения воздуха служат откормочные площадки, где на ограниченной площади сконцентрировано до 30 тыс. голов КРС.

В зоне животноводческого комплекса атмосферный воздух загрязнен микроорганизмами, аммиаком, пылью и органическими веществами – продуктами жизнедеятельности животных, обладающими большей частью неприятным запахом. К ним относятся метанол, N-бутанол, изобутанол, формальдегид, меркаптан и др.

По данным М.А. Мироненко и А.И. Иванова, концентрация аммиака на расстоянии 100-700 м от комплекса на 10000 голов КРС достигает $0,5 \text{ мг/м}^3$, в радиусе 1,8-2,0 км она уменьшается до $0,044 \text{ мг/м}^3$, причем 10,4-37,3% проб этот показатель превышает ПДК ($0,2 \text{ мг/м}^3$). За пределами 3-километровой зоны содержание аммиака соответствует ПДК. Концентрация органических веществ (окисляемость) в атмосферном воздухе зоны комплекса, по данным этих исследователей, составляет $22,4 \text{ мг кислорода на м}^3$. За пределами 3-километровой зоны величина окисляемости соответствует фоновому содержанию. Сероводород и меркаптан не обнаруживают. Органолептически специфический запах ощущают на расстоянии 0,7-1,2 км от комплекса как сильный постоянный, на расстоянии 1,8 км – как слабый постоянный, на расстоянии 2,3-3 км – как слабый непостоянный.

Более высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха характерны для свиноводческих комплексов. В пробах воздуха на расстоянии 100 м от свинарников концентрация аммиака достигает 3-4 мг/м^3 , сероводорода – $0,112 \text{ мг/м}^3$ (ПДК – $0,008 \text{ мг/м}^3$) и меркаптанов – $16,7 \text{ мг/м}^3$. В 100 м от свинарников в воздухе содержится в среднем 8263 микробных тела/ м^3 , а на расстоянии 400 м – в 2 раза меньше.

На Кузнецовском комплексе производительностью 108 тыс. свиней в год концентрация пыли в воздухе производственных помещений равна – 6-10 мг/м^3 , аммиака – 4-18 мг/м^3 , сероводорода – 3,5 мг/м^3 , углекислого газа – 0,3 об. % (не выше нормы). В цехе репродукции, где применяют сухие комбикорма, концентрация пыли составляет 17 мг/м^3 (причем в ней содержится 3,6-8,6% свободной окиси кремния), а аммиака – 40 мг/м^3 .

По данным Сибирского научно-исследовательского института сельхозостроя, свинокомплекс на 108 тыс. голов в год выбрасывает в ат-

мосферу каждый час $1,5 \times 10^9$ микробных тел, 159 кг аммиака, 14,5 кг сероводорода, 25,9 кг пыли от кормов.

Установлено что, содержание органических веществ на территории свиноводческого комплекса достигает $40-50 \text{ мг/м}^3$, а в километре от комплекса – $18,6 \text{ мг/м}^3$. Неприятные запахи распространяются в радиусе 5-7 км от комплекса и более. Характер распространения атмосферных загрязнений в основном определяется метеорологическими условиями. Содержание аммиака в газообразном выбросе колеблется в пределах от 6,5 до $13,2 \text{ мг/м}^3$. На комплексе «Заволжский» ежесуточно поступает в атмосферу $36-54 \times 10^9$ микробных тел. На расстоянии 500 м от него содержание микроорганизмов в одном кубическом метре достигает 4500.

Особенно далеко от комплексов распространяются неприятные запахи. В настоящее время в основном по органолептическим показателям (неприятные специфические запахи) рекомендуются следующие размеры санитарных защитных зон: куры (400-600 тыс.) – 2,5 км, крупный рогатый скот (10 тыс.) – 3 км, свиньи – (108 тыс.) – 5 км, свиньи (216 тыс.) – 10 км.

Значительные размеры зон обусловлены большой мощностью источников загрязнения и отсутствием на современных комплексах систем очистки выбросов в атмосферу и обработки навоза, обеспечивающих снижение загрязнения атмосферного воздуха. Размер санитарно-защитной зоны между жилыми поселками и животноводческими комплексами прямо пропорционален поголовью скота.

Считается, что основным недостатком крупных животноводческих комплексов в отношении влияния на окружающую среду являются распространение неприятных запахов из помещений для скота и с полей, на которых в качестве удобрения применяется жидкий навоз, а также опасность распространения паразитарной, бактериальной и вирусной инфекций.

Использование сточных вод на орошение полей с помощью дождевальных установок также ведет к значительному загрязнению атмосферы. В частности, потери аммиачного азота при их работе достигают 10-12%. Орошение необеззараженными стоками вызывает загрязнение атмосферы микроорганизмами и другими веществами. Велики потери аммонийных соединений из почвы, орошаемой животноводческими стоками. Так, при орошении сточными водами комплекса КРС (400 кг/га) потери аммонийного азота из почвы достигают 142 кг/га. Наиболее высок этот показатель в первые 2-3 дня после орошения.

При бесконтрольном внесении стоков ухудшаются и свойства почвы, поскольку она загрязняется гельминтами и другими компонентами жидких органических удобрений. То же происходит и скормами. Бактериологические исследования показали, что 100% проб травостоев, орошаемых бесподстилочным навозом, содержали сальмонеллы в 80% случаев, они выявлялись и через 3 недели после внесения таких удобрений. Вред от гельминтов настолько велик, что только в США потери от них в свиноводстве ежегодно составляют 4449 млн. долларов.

В республике работает более 2500 хозяйств, 261 типовой животноводческий комплекс. Несмотря на то, что все животноводческие комплексы являются типовыми, на них существует ряд экологических проблем. Большинство комплексов не обеспечены навозохранилищами, превышаются нормативы расхода воды на смыв навоза, не проводится санитарная обработка органической массы. На крупных животноводческих комплексах в связи с большим выходом навоза имеет место сверхнормативное внесение азота на закрепленной за комплексом площади. На фермах проблемы экологии более серьезны, т.к. многие из них не имеют санитарно-защитной зоны. Размещение ферм проводили без учета уровня стояния грунтовых вод. На многих отсутствуют типовые навозохранилища. Например, в Брестской области обеспеченность ими составляет только 23%, а в Гомельской – 56% от потребности.

До девяностых годов ежегодный выход навоза в Республике Беларусь составлял 65-70 млн. т, и 77% всех органических удобрений вносилось в ранний весенний период, что затягивало весенние полевые работы и создавало благоприятные условия для прорастания семян сорняков. Нынешнее поголовье с.-х. животных в общественном секторе, по имеющимся расчетам позволяет накапливать в год примерно 42 млн. т навоза. Вывозится же на поля несколько меньше: в 1998 году – 41,3 млн. т., 1999 году – 40,7 и в 2001 г. вывезено под яровой сев 45 млн. т. Показатели фактического внесения органических удобрений всегда в некоторой степени завышены вследствие сложности учета объемов использования полужидкого, жидкого навоза и сточных вод. Практически ежегодно на прифермских участках остается большое количество навоза, что нередко приводит к их залповому сбросу в открытые водоемы, обостряя экологическую обстановку вокруг комплексов и ферм.

Существующие условия эксплуатации животноводческих объектов в Республике Беларусь и возможности аналогичных структур в западных странах существенно отличаются. Это проявляется как в более мягком климате, так и в продуманной политике производства сельско-

хозяйственной –продукции, ее оптимизации с уровнем нагрузки на окружающую среду, в строгом законодательстве, направленном на создание безотходных, экологически чистых, производств. В дополнении к этому необходимо добавить, что в странах ЕС существует единая технология выращивания скота и общие требования к экологическим нормам, что позволяет специалистам обобщать информацию и использовать ее для совершенства законодательства и разработки критериев к технологическим процессам.

Опыт работы крупных животноводческих комплексов в Республике Беларусь показывает, что интенсификация животноводства часто сопровождается ухудшением гигиенических и ветеринарно-санитарных условий в животноводческих помещениях, оказывает отрицательное влияние на состояние здоровья животных, значительно увеличивает загрязнение окружающей среды. Большая концентрация животных и перегруппировки животных на ограниченной площади, интенсивное, но не всегда сбалансированное кормление, действие различных неблагоприятных факторов снижают их естественную резистентность.

При ликвидации инфекционных заболеваний среди животных не обойтись без дезинфекции навоза. Однако применение химической дезинфекции, исходя из необходимости профилактики заболеваний, следует всемерно сокращать. Дезинфицирующие средства должны применяться не профилактически, а целенаправленно, потому что они относятся к биоцидам, т.е. после попадания в почву способны убивать и полезные почвенные микроорганизмы. При этом необходимо учитывать сроки их распада.

Аналогичному загрязнению грунтовых и поверхностных вод с последующей их непригодностью для поения животных может способствовать силосный сок при попадании в воду в больших объемах.

Ферма КРС является также источником загрязнения атмосферного воздуха на расстоянии 3 км. В воздушном бассейне животноводческих ферм содержание механических включений аммиака и микробная обсемененность превышает в 4-10 раз предельно допустимые концентрации.

Наряду с проблемами утилизации жидкого навоза, сточных вод, силосного сока и отработанного воздуха стоит проблема утилизации трупов животных, других биологических отходов, а также нейтрализации дезинфицирующих средств.

Особое значение в промышленном животноводстве приобретает и проблема производственного шума. Вызвано это тем, что в последнее

время наблюдается значительный рост заболеваний людей, связанных с нарушением слуха. Шум раздражает не только органы слуха, но и центральную нервную систему, а также через них и внутренние органы и сердечно-сосудистую системы и даже способствует образованию злокачественных опухолей. Повышенный шум снижает способность организма противостоять многим заболеваниям, например ОРЗ, гриппу.

На основании анализа функционирования ферм и комплексов в республике и их влияния на экологическую обстановку следует выделить причины, вызывающие ее ухудшение.

3. Отсутствие методологии выбора параметров функционирования объекта (комплекс, ферма), обеспечивающих нарушение экологической обстановки, т.е. недостаточно изучено влияние микробиологических и газовых нагрузок на фауну и флору окружающей среды, особенности ландшафта, высота выбросов продуктов жизнедеятельности животных и максимальное расстояние их распространения в различные сезоны года и различных климатических условиях.

2. Недостатки проектно-исследовательских, строительных, технологических и технических разработок, в результате которых не обеспечивается минимальное воздействие на почвенно-климатический фон окружающей среды и человека.

Так, нередко комплексы строятся в пониженных местах, с высоким уровнем залегания грунтовых вод; на почвах, легко проводящих животноводческие стоки к водоносным слоям или водоисточникам, что при недостаточной гидроизоляции приводят к их заражению.

Кроме этого, для хранения больших объемов стоков строятся открытые хранилища, что при постоянном контакте с воздухом создает воздушный слой, заполненный газообразными испарениями стоков, способных при соответствующей температуре и направлении ветра перемещаться на значительные расстояния и оказывать неблагоприятное влияние на окружающую среду.

3. Отсутствие эффективных мер контроля за окружающей средой, рациональных приемов по ее улучшению и восстановлению.

Среди перечисленных проблем наиболее остро стоит проблема стоков, их хранения, рациональной переработки и использования.

Так, на комплексах на 108 тыс. голов годового откорма выход экскрементов составляет 180-200 тыс. м³ в год, выход стоков за счет 5-9-кратного разбавления водой – более 1 млн. м³.

Проблемы утилизации навоза.

подавляющее большинство комплексов, особенно подвергшихся расширению, не обеспечены необходимым объемом навозохранилищ (в республике этот показатель составляет 18-20%), недостаточно также стационарных и мобильных средств для транспортировки и внесения животноводческих стоков. Некоторые комплексы не имеют достаточных площадей для экологически безопасного внесения жидкого навоза. Еще более остро стоит проблема сельскохозяйственных полей орошения, обеспеченность которыми составляет лишь 15-20%.

На строящихся комплексах сооружения по переработке и хранению навозных стоков вводятся в эксплуатацию с большим запаздыванием, что ведет к загрязнению окружающей среды. Это объясняется большими капитальными вложениями, отсутствием строительных материалов и финансовых средств. Для уменьшения загрязнения окружающей среды, уменьшения потребления количества воды, а также снижения затрат при использовании гидравлических способов уборки навоза на свиноводческих фермах и комплексах необходимо разрабатывать технологии очистки и обеззараживания животноводческих стоков и использования осветленной части на технологические нужды (или мойки станков, уборки навоза).

Основным направлением уменьшения выхода стоков и загрязнения водоемов является создание замкнутых систем. Для очистки животноводческих стоков в условиях гидросмыва используют биологические пруды. Жидкий навоз из свинарников по коллектору поступает в приемный резервуар насосной станции, откуда его перекачивают на разделительную установку. Твердую фракцию складывают на площадке, биотермически обеззараживают и используют в качестве органических удобрений. Жидкую фракцию направляют в вертикальный отстойник для отстаивания и осветления. Осадок из отстойников обезвоживают с помощью центрифуг, биотермически обеззараживают и используют в качестве удобрения. Осветленные стоки из отстойника и фугат с центрифуг направляют в карантинные емкости для шестисуточного выдерживания.

В пруде-накопителе осветленные стоки выдерживают перед спуском в последующие пруды. Пруд-накопитель служит также для анаэробного сбраживания органического вещества стоков бактериями и потребления его микроорганизмами. Из пруда-накопителя частично минерализованные стоки поступают в водорослевый пруд, главное значение которого состоит в утилизации фитопланктоном биогенных элементов органического вещества. За счет фотосинтетической реакции проис-

ходит обогащение кислородом, что приводит к распаду органического вещества, освобождению биогенных и накоплению планктонных водорослей (фитопланктон – совокупность организмов, обитающих в воде и пассивно переносимых водным течением). Из водорослевого стоки поступают в рачковый пруд. При наличии богатого питательного субстрата происходит массовое развитие ветвистоусых и веслоногих рачков, а также червей и личинок насекомых.

Далее стоки, содержащие зообиомассу и биомассу фитопланктона, поступают в рыбоводный пруд. Энергетические потребности и рост рыбы обеспечивается за счет использования его биомассы. Такая технология обработки стоков обеспечивает дегельминтизацию жидкой фракции до поступления ее в рыбоводный пруд. Очищенные в рыбоводно-биологических прудах стоки могут использоваться на полях орошения или в оборотной системе водоснабжения комплекса (для гидроудаления навоза).

Несмотря на достаточно хорошую очистку, эта технология имеет ряд недостатков. Биологические пруды в зимний период замерзают и добиться очистки стоков невозможно. Не решены также вопросы очистки биологических прудов в процессе их эксплуатации, требуется отчуждение больших площадей (до 70 га) и большие капитальные вложения.

Таблица 9.

Показатели очистки стоков в рыбоводно-биологических прудах

Показатель	Пруды	
	накопительный	водорослевый
БПК ₅ , O ₂ мг/л	1000	200
Абсолютно сухое вещество, мг/л	874	200
Фосфор, P ₂ O ₅ , мг/л	2,0	0,7
Азот общий, мг/л	150	15
Растворимый кислород	0	2
Биомасса водорослей (сырая), мг/л	-	150
Биомасса зоопланктона, мг/л	-	50

Фундаментальной основой решения экологической проблемы на свиноводческих комплексах может быть технология переработки жидкого навоза в концентрированные твердые органические удобрения и оборотную воду. Предлагаемая технологическая линия предназначена для переработки свиноводческих стоков любой влажности. Основными

сооружениями являются: осветитель с взвешенным слоем осадка; зернистые фильтры с клинопитлолитовой загрузкой; электродиализная установка; центрифуга для обезвоживания твердой фракции и хранилища для твердой фракции и жидких отходов, используемых в качестве удобрения.

Стоки после отделения крупных включений смешиваются с фуражом, промывной водой с фильтров и подаются в осветитель. Благодаря контактной коагуляции во взвешенном слое осадка жидкость осветляется на 80-90%. После обезвоживания осадка на центрифуге твердая фракция поступает в хранилище, осветленная жидкая фракция подается на зернистые фильтры. Благодаря процессам седиментации, контактной коагуляции, окисления и адсорбции на фильтрах происходит полное осветление, обесцвечивание и обеззараживание. Дезодорация жидкой фракции, минерализация органики и частичная деминерализация раствора снижают содержание в нем сухого вещества до 5-7% от первоначального. Последующий электродиализ фильтра позволяет снизить содержание сухого вещества в нем до уровня питьевой воды, ее можно использовать для мойки и дезинфекции животноводческих помещений и животных, очистки навозных каналов, избыток воды – на нужды котельной. Отходы электродиализа используются для регенерации фильтров, а отходы регенерации в виде восьмипроцентного раствора минеральных веществ поступают в хранилище. В дальнейшем они частично используются для обогащения питательными веществами твердой фракции, а в основном – в качестве жидкого минерального комплексного удобрения. Количество твердого и жидкого удобрений составляет по 25% каждого от выхода экскрементов животных.

Такие очистные сооружения являются экологически безопасными, используются в течение всего года, не требуют больших площадей, обеспечивают более эффективную очистку по сравнению с биопрудами, отпадает необходимость в полях орошения для утилизации жидкой фракции стоков, расход энергии не превышает 1 кВт/т экскрементов.

Сущность технологии с использованием биогазовой установки заключается в следующем: жидкий навоз влажностью 91-93%, предварительно подогретый рекуперированным теплом, подается в биоэнергетическую установку (БЭУ), где осуществляется его анаэробное сбраживание в термофильном режиме при 53-55⁰С, в результате которого из 1 т сухого органического вещества может быть получено 400-600 м³ биогаза теплотворной способностью 20-26 МДж/м³. Для расчета принимают

выход биогаза 500 м^3 на 1 т сухого органического вещества и тепло-творную способность 23 МДж/м^3 . При суточном выходе 240 т и влажности 91% содержание сухих веществ в навозе составляет 21,6 т. При содержании органических веществ в абсолютно сухом веществе навоза 80% суточный выход биогаза составляет 8640 м^3 , из которого при КПД котла 0,8 может быть получено 159 тыс. МДж тепловой энергии в виде пара – 30% (48 тыс. МДж) используется на поддержание анаэробного процесса сбраживания навоза (лучшие образцы биоэнергетических установок потребляют 10% энергии вырабатываемого биогаза).

По расчетным данным, расход тепловой энергии на упаривание 1 т стоков составляет 500 МДж (современные установки потребляют 250-300 мл МДж/ м^3). Расход тепловой энергии за сутки при упаривании 200 т жидкой фракции навоза составит 100 тыс. МДж. Оставшаяся часть тепловой энергии может быть использована на другие энергетические нужды свиного комплекса (отопление, выработка электроэнергии, подогрев технологической воды).

Сброженный навоз поступает в цех для разделения на фракции. Твердая фракция (28 т/сут.) влажностью 70% поступает на площадку для складирования и хранения, жидкая фракция (230 т/сут.) влажностью 98% - в отстойник непрерывного действия. Из отстойника осадок поступает в цех механического разделения на обезвоживание, а осветленная жидкая фракция - в реактор, где смешивается с известью. Из реактора смесь жидкой фракции навоза с известью поступает в отстойник для отделения избытка извести и осадка.

Осветленная жидкая фракция навоза содержит около 3 кг аммиака. Предельно допустимая концентрация аммиака в 1 т оборотной воды должна быть не более 20 г. С целью удаления излишнего аммиака фракция дегазируется, нагреваясь в аммиачной колонне. Для облегчения процесса удаления аммиака в жидкую фракцию вводится негашеная известь, расход которой в сутки составляет около 2 т. Высвободившийся аммиак в процессе дегазации поглощается водой, суточный расход которой составляет около 3 т. С целью повышения адсорбируемости вода поглощает аммиак, охлаждается не менее чем до 20^0C поступающими на дегазацию стоками, используется она как жидкое удобрение. Кроме этого для дегазации стоков может быть использована отдувка, а также химическое закрепление аммиака в стоках и удаление его вместе с концентратами стоков в процессе упаривания.

Очищенная от аммиака жидкость подается на упаривание в дистилляционные колонны, где из нее в сутки получается 188 т конденсата

и 15 т концентрата влажностью 70%. Конденсат после сорбционной очистки направляется на технологические нужды свиного комплекса (мойка животных, подпитка котлов, системы теплоснабжения), а концентрат мобильным транспортом подается на площадку для хранения твердой фракции, смешивается и хранится вместе с ней. В оптимальные агросроки (весной и осенью) концентрированные твердые удобрения транспортируются и вносятся в почву, для чего необходимо 4-5 агрегатов Т-150К и ПРТ-10. Получение первичного пара, используемого в выпарной обстановке, осуществляется с помощью парового котла, работающего на биогазе.

Таким образом в сутки на свином комплексе на 54 тыс. голов в результате переработки навоза получают 40-50 т высококачественных твердых органических удобрений с концентрацией питательных веществ, превышающих их концентрацию в экскрементах более чем в 4 раза, и 188 т воды, пригодной для повторного использования на технологические нужды.

Для переработки жидкого навоза в твердые органические удобрения и оборотную воду необходимо также разработать технологию и средства механизации поения свиней, очистки станков, каналов и помещений от навоза и ряд других организационных технических решений, обеспечивающих выход жидкого навоза от свиноводческих комплексов влажностью около 91-93% или сокращение выхода стоков в 5-6 раз.

Основными достоинствами этой технологии являются: экологическая безопасность, исключая загрязнение окружающей среды; наличие оборотной системы обеспечения технологической водой; снижение выхода навозных стоков более чем в 5 раз и обеспечение внесения в сжатые сроки с минимальными трудозатратами. Отсутствие прямого контакта обрабатываемых навозных стоков с атмосферой предотвращает загрязнение окружающей среды и потери питательных веществ, исключает необходимость в карантинных емкостях, отстойниках, резервуарах осветленных стоков полей орошения и обеспечит снижение капитальных затрат в 2-5 раз.

Обеспечение экологической безопасности животноводческих комплексов.

Снизить загрязняющее влияние животноводческих комплексов на прилегающую территорию можно в результате правильного проектирования технологии производства и застройки ферм. Для этого необходимо:

- отказаться от строительства комплексов по откорму крупного рогатого скота свыше 3-5 тыс. голов, свиноводческих – свыше 24-27 тыс. голов, а также комплексов с системами навозоудаления на гидросмыве;

- сократить число животных на ферме, в отдельных помещениях, секциях;

- включить в технологию содержания животных принцип «все пусто – все занято» и предусматривать профилактические перерывы с целью постоянного поддержания высокой санитарной культуры;

- практиковать проведение общих ветеринарно-санитарных мероприятий, способствующих снижению количества микрофлоры в помещениях и предупреждению разноса их; вокруг комплексов и на их территории создавать санитарно-защитные зеленые зоны;

- максимально снизить расход воды на удаление навоза, шире использовать механические способы его удаления;

- использовать в качестве подстилочного материала соломенную резку, позволяющую создавать теплые ложи и значительно повысить качество навоза. Обеззараживание навоза производить естественным, экологически безопасным биотермическим способом, для чего организовывать на каждой ферме цеха для его утилизации;

- совершенствовать систему обеспечения микроклимата помещений, не допускать внутренней и внешней рециркуляции отработанного воздуха;

- усилить гигиенический контроль за качеством проектирования, обязательно проводить комиссионную экологическую экспертизу проектов ферм и комплексов.

Проектирование, строительство и эксплуатация животноводческих ферм и комплексов должны осуществляться в комплексе с агротехническими, мелиоративными, санитарно-гигиеническими и ветеринарными мероприятиями. В первую очередь это обеззараживание навоза в эпидемиологическом и эпизоотическом отношениях, уменьшение загрязнения воздуха и распространения инфекций аэрогенным путем; создание санитарно-защитных зон и лесных полос; своевременная заплата навоза после его внесения; использование дождевальных машин с насадками и агрегатами для близкочувственного дождевания. Все это позволит значительно снизить загрязнение атмосферного воздуха, распространение неприятных запахов и микроорганизмов.

Важно, чтобы природоохранные меры способствовали естественному биологическому круговороту веществ в природе, процессам

естественного обеззараживания отходов производства, разложения и превращения в составную часть почвы и чтобы эти меры не только предусматривались в проектах и воплощались при строительстве, но и строго соблюдались в процессе эксплуатации ферм и комплексов. Кроме того, строительство и ввод в эксплуатацию очистных сооружений, оросительных систем с использованием навозных стоков, навозохранилищ и цехов по утилизации навоза должны предшествовать вводу в эксплуатацию ферм и комплексов.

В проектах обязательно следует предусматривать защиту водоемов от загрязнения сточными водами путем перехвата поверхностных и дренажных стоков и аккумуляцией их в прудах-накопителях с целью создания водооборотных систем. Сдавать в эксплуатацию земельные поля орошения необходимо не позже чем сам комплекс. Обязательным мероприятием является планировка поверхности орошаемых земель.

Участки, на которых предусматривается дождевание животноводческими стоками, располагаются с учетом направления преобладающих ветров и размещения территории застройки. Защитная полоса между удобряемыми участками и населенным пунктом не менее 300 м.

По санитарно-гигиеническим требованиям необходимо, чтобы при использовании животноводческих стоков уровень грунтовых вод залегал на глубине ниже 1-1,2 м от поверхности, что исключает использование низинных почв, заливаемых поверхностными водами.

Животноводческие стоки подаются, прежде всего, под однолетние растения в срок, когда возможно немедленное их перемешивание с почвой, а также под многолетние кормовые растения, главным образом во вневегетативный период. При использовании животноводческих стоков в период вегетации растений необходимо учитывать следующие сроки, когда внесение запрещается:

- для сахарной и кормовой свеклы и других кормовых растений – за три недели до уборки;
- для картофеля на пищу – после цветения;
- для овощей – в течение всего периода вегетации.

Удобряемые животноводческими стоками площади должны соответствовать поголовью комплекса. При этом количество азотных удобрений, приходящихся на единицу площади, не должно превышать предельно допустимых норм с учетом типа почв, вида выращиваемых культур, их продуктивности и нормы полива.

Для эффективного использования бесподстилочного навоза из комплексов без загрязнения почвы и грунтовых вод следует строго при-

держиваться предельно допустимых норм вносимого азота – не более 200 кг/га на пашне и 300 кг/га при орошении. Годовую дозу внесения жидкого навоза определяют для каждой культуры севооборота с учетом выноса питательных веществ урожаем, содержания их в навозе и коэффициента использования культурами. Расчет производится по азоту, фосфору и калию, за окончательную дозу принимают минимальную из них. Недостаток других элементов восполняется за счет минеральных удобрений.

Для контроля за состоянием экологической обстановки на комплексе и вокруг него необходимо организовать постоянное наблюдение за использованием бесподстилочного навоза, не реже двух-трех раз в квартал проводить агрохимические анализы органических удобрений, почвы, грунтовых вод и растительной продукции.

Экологическая обстановка на перерабатывающих предприятиях АПК.

В системе Минсельхозпрода Республики Беларусь для переработки сельхозпродуктов имеются мясо- и молокозаводы, льнокомбинаты, а также внутрихозяйственные крахмальные, консервные цеха и предприятия. Загрязнение атмосферы в основном происходит от трех источников перерабатывающей промышленности:

выбросы технологического оборудования (10-30%);

выбросы воздуха системами вытяжной вентиляции (70-90%);

неорганизованные выбросы на открытых площадках (пруды-отстойники, открытые емкости и т.д.).

Суммарные объемы выбросов в атмосферу составляют 50-300 тыс. м³/ч.

В вентиляционных выбросах мясокомбинатов содержатся сероводород, аммиак, фенолы, кетоны, диоксид серы, оксид углерода, сажа, древесная и костная пыль. Основное вредное воздействие на загрязнение атмосферы вызывают запахи, которые распространяются на расстоянии до 20 км.

На предприятиях льнообработки образуются загрязненные воздушные выбросы при транспортировке, сортировке и механической обработке волокна. Льняная пыль в основном органического происхождения (65-88%) содержит обрывки волокон, шелухи, костры. Основную массу ее составляют частицы размером до 4 мкм. Из минеральных элементов (12-35%) присутствуют Si, Al, Ca, Mg, Ni, Fe, Sr, относящиеся к нетоксичным веществам. Нетоксичная пыль минерального и органиче-

ского происхождения малоопасна, ее ПДК составляет 2-6 мг/м³ в рабочей зоне и 0,5 мг/м³ в атмосферном воздухе.

Отходами деревообрабатывающих предприятий АПК, загрязняющими атмосферу, является также пыль. Наибольшее ее количество образуется при пилении, сверлении, строгании дерева (соответственно 360, 180 и 125 г/кг).

Наиболее чистый воздух считается над океаном. Если условно его принять за 1, то загрязненность воздуха сельских районов в 10 раз больше, небольших городов (райцентров) – в 35 раз, крупных городов – от 150 до нескольких тысяч раз.

Наибольшую экологическую опасность, особенно предприятий мясной и молочной промышленности, представляет загрязнение водных источников.

16. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРАВО

Целью планирования мероприятий по охране окружающей среды и природопользованию является обеспечение гармоничного взаимодействия природы и общества на основе научно обоснованного сочетания экологических, экономических и социальных интересов, выбор наиболее эффективных средств природопользования, предотвращение и ликвидацию негативного влияния хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, сохранение и увеличение природно-ресурсного потенциала Республики Беларусь.

Планирование мероприятий по охране окружающей среды осуществляется в составе прогнозных показателей социально-экономического развития Республики Беларусь и государственного плана с учетом государственных и иных программ и требований природоохранного законодательства.

Территориальное планирование охраны окружающей среды осуществляется соответствующими Советами народных депутатов с участием государственных органов и общественных организаций.

Отраслевое планирование в области охраны окружающей среды осуществляется министерствами, государственными комитетами и другими государственными органами с учетом показателей территориального планирования.

Финансирование экологических программ и мероприятий по охране окружающей среды производится за счет:

- республиканского и местных бюджетов;
- средств юридических лиц, добровольных взносов населения, иностранных граждан, а также других источников;
- республиканского, местных внебюджетных фондов и общественных фондов охраны природы;
- кредитов банков.

Лимиты на пользование природными ресурсами являются системой экологических ограничений по территориям, представляют собой установленные природопользователям на определенный период времени объемы предельного типа пользования природных ресурсов загрязняющих веществ, размещения отходов.

Лимиты на добываемые природные ресурсы, лимиты допустимых выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду устанавливаются в соответствии с законом Республики Беларусь «О налоге за пользование природными ресурсами».

Лимиты на размещение отходов устанавливаются областными и Минским городским Советами народных депутатов по согласованию с органами Государственного комитета по экологии.

Платежи за пользование природными ресурсами включают:

- платежи за пользование природными ресурсами;
- платежи за выбросы загрязняющих веществ и плату за размещение отходов.

Порядок уплаты налога за пользование природными ресурсами, выбросами загрязняющих веществ в окружающую среду определяется законом Республики Беларусь «О налоге за пользование природными ресурсами».

Порядок уплаты налога за пользование землей регулируется специальным законом.

Нормативы платы за размещение отходов устанавливается Советом Министров Республики Беларусь по представлению Государственного комитета по экологии. За размещение отходов сверх установленных лимитов плата взимается в пятикратном размере.

Внесение платы за пользование природными ресурсами не освобождает природопользователя от выполнения мероприятий по охране окружающей среды и возмещения ущерба, причиненного нарушением природоохранного законодательства.

Для финансирования неотложных природоохранных мероприятий экологических программ восстановления потерь в окружающей среде, компенсации причиненного ущерба и других мероприятий по охране окружающей среды создаются республиканский, областные, Минский городской, районные и городские внебюджетные фонды охраны природы.

Внебюджетные фонды охраны природы образуются за счет:

- средств, поступающих от юридических и физических лиц, включая иностранных;
- платежей за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду;
- платы за размещение отходов;
- сумм, полученных в возмещение ущерба, штрафов за загрязнение окружающей среды и нерациональное использование природных ресурсов и другие нарушения природоохранного законодательства;
- средств от реализации конфискованных орудий охоты и рыболовства, а также от продажи незаконно добытой с их помощью продукции;

- инвалютных поступлений, полученных по искам от иностранных физических и юридических лиц за нарушение природоохранного законодательства;

- добровольных взносов юридических лиц, пожертвований граждан и других поступлений;

- долевого участия юридических лиц, других природопользователей в финансировании природоохранных работ;

- доходов от проведения денежно-вещевых лотерей.

Средства внебюджетных фондов охраны природы зачисляются на специальные счета местных Советов народных депутатов, 10% - на специальный текущий счет внебюджетных средств Государственного комитета по экологии.

Средства указанных фондов расходуются на цели оздоровления окружающей среды, осуществление мер и программ по охране окружающей среды и воспроизводству природных ресурсов, научные исследования, внедрение экологически чистых технологий, строительство очистных сооружений, развитие экологического воспитания и образования, создание материальной базы для осуществления контроля за состоянием окружающей среды, участие в организации международного сотрудничества в области охраны природы, иные нужды, связанные с охраной окружающей среды.

Закон Республики Беларусь об охране окружающей среды.

Охрана окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов, обеспечение экологической безопасности человека – неотъемлемое условие устойчивого экономического и социального развития государства. Закон об охране окружающей среды призван обеспечить правовые основы такого пути развития Республики Беларусь, защиту прав человека на благоприятную для его жизни и здоровья окружающую среду, определить правовые и экономические основы охраны окружающей среды в интересах настоящего и будущего поколения людей.

Задачами законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды являются:

- обеспечение безопасного для человека и здоровья людей состояния окружающей среды;

- регулирование отношений в области охраны, использования и воспроизводства природных ресурсов;

- сохранение природных ресурсов, генетического фонда живой

природы, охрана естественных богатств, природного окружения, ландшафтов и других природных комплексов.

При планировании и осуществлении деятельности, оказывающей влияние на состояние окружающей среды, Советы народных депутатов, органы исполнительной власти, юридические и физические лица, иностранные инвесторы обязаны руководствоваться следующими основными принципами:

- приоритетом охраны жизни и здоровья человека в сравнении с другими целями природопользования, обеспечения прав граждан на благоприятную для жизни, труда и отдыха окружающую среду;

- соблюдением требований законодательства об охране окружающей среды;

- научно обоснованным сочетанием экологических и экономических интересов общества;

- сочетанием национальных и международных интересов в области окружающей среды;

- рациональным использованием природных ресурсов с учетом возможностей окружающей среды, необходимости воспроизводства природных ресурсов и недопущения необратимых последствий для окружающей среды и здоровья человека;

- гласностью в работе, тесной связью с общественными объединениями и населением при решении природоохранных задач.

Охране подлежат как вовлеченные в хозяйственный оборот, так и не используемые напрямую либо в данный период виды природных ресурсов, к которым относятся: климатические ресурсы, атмосфера, включая озоновый слой, земля, ее недра и почвы, воды, растительный и животный мир в их видовом разнообразии во всех сферах обитания и произрастания, типичные и редкие ландшафты, а также иные природные объекты как компоненты экологических систем и биосферы.

Отношения в области охраны окружающей среды в Республике Беларусь регулируются настоящим законом, другими нормативными актами Республики Беларусь.

Экологическая экспертиза сельскохозяйственных объектов.

Государственная экологическая экспертиза проводится с целью:

- определения уровня экологической опасности, которая может возникнуть в процессе осуществления хозяйственной и иной деятельности в настоящем или будущем и прямо или косвенно оказывать отрицательное воздействие на состояние окружающей среды и здоровье насе-

ления;

- оценки соответствия планируемой, проектируемой хозяйственной и иной деятельности требованиям природоохранного законодательства;

- определение достаточности и обоснованности предусматриваемых проектом мер по охране окружающей среды.

Государственная экспертиза проводится государственными органами по экологии на основе принципов законности, научной обоснованности, комплектности, гласности, с участием в необходимых случаях государственных и общественных организаций.

Проведение государственной экологической экспертизы осуществляется законодательством Республики Беларусь.

Государственной экологической экспертизе подлежат:

- предплановая, предпроектная и проектная документация по хозяйственной и иной деятельности, которая может оказать отрицательное воздействие на окружающую среду;

- проекты планов, основных направлений, схем развития и размещения производственных сил и отраслей народного хозяйства;

- действующие предприятия и другие объекты;

- экологическое состояние отдельных регионов и местностей.

Государственной экологической экспертизе подлежат и другие проекты, решения, объекты, внедрение или реализация которых может привести к нарушению норм экологической безопасности. Реализация проектов, подлежащих государственной экологической экспертизе, без положительного заключения государственной экологической экспертизы запрещается и не подлежит финансированию.

Общественная экологическая экспертиза осуществляется независимыми группами специалистов по инициативе общественных организаций, Советов народных депутатов и граждан за счет их собственных средств или на общественных началах.

Общественная экологическая экспертиза проводится независимо от государственной экологической экспертизы.

Заключения общественной экологической экспертизы учитываются органами, осуществляющими государственную экологическую экспертизу.

Задачи и надзор в области охраны окружающей среды состоят в обеспечении соблюдения юридическими лицами и гражданами требований законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды.

Система контроля в области охраны окружающей среды состоит в государственном, ведомственном, производственном и общественном контроле.

Государственный контроль в области охраны окружающей среды осуществляют местные органы и иные специальные уполномоченные государственные органы.

Ведомственный контроль в области охраны окружающей среды осуществляется министерствами, государственными комитетами, ведомствами с целью обеспечения выполнения подведомственными предприятиями и организациями планов и мероприятий по охране окружающей среды, природоохранного законодательства.

Производственный контроль в этой области осуществляется экологическими службами предприятий, организаций и других хозяйственных объектов.

Общественный контроль в области охраны окружающей среды осуществляется общественными организациями, трудовыми коллективами и ставит своей задачей проведение общественной проверки соблюдения юридическими лицами и гражданами природоохранного законодательства, а также выполнения мероприятий по охране, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов.

Порядок организации общественного контроля регулируется законодательством Республики Беларусь, уставом общественных организаций.

Государственный надзор за состоянием окружающей среды.

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов – сложная и многоплановая проблема. Решение ее сопряжено с регулированием взаимоотношений человека и природы, подчинением их определенной системе инструкций, правил, законоположений. В Беларуси такая система установлена в законодательном порядке и имеет целью охрану, рациональное использование и расширенное воспроизводство природных ресурсов. Правовая охрана окружающей среды – это совокупность установленных государством правовых норм и возникающих в результате их реализации правоотношений, направленных на выполнение мероприятий по сохранению естественной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов. Это значит, что правовые отношения в экологии – система государственных мероприятий, закрепленных в праве и направленных на

сохранение, восстановление и улучшение благоприятных природных условий для жизни людей и развития производства.

В систему правовых отношений в Республике Беларусь входят следующие группы юридических мероприятий: правовое регулирование отношений по поводу использования, сохранения и возобновления природных ресурсов; организация воспитания и обучения кадров, финансирование и материально-техническое обеспечение природоохранительных действий; государственный и общественный контроль за выполнением требований по охране природы; юридическая ответственность правонарушителей.

По законодательству республики объектом правовой охраны выступает природная среда. Это объективная, существующая вне человека и независимо от его сознания реальность, служащая местом его обитания и средством его существования. Конкретными объектами охраны в Беларуси являются: земля; недра; воды (поверхностные и подземные); леса и иная растительность, включая зеленые насаждения; типичные ландшафты, редкие и достопримечательные объекты (памятники природы); курортные местности, лесопарковые защитные пояса, природные зеленые зоны; животный мир (полезная дикая фауна как наземных, так и водных биогеоценозов); атмосферный воздух.

Каждый из этих объектов охраны может одновременно рассматриваться и как природный ресурс, и как элемент природной среды.

Существует большое количество законоположений, определяющих правовое регулирование природоохранительных отношений. Совокупность природоохранных норм и правовых актов, объединенных общностью объекта, предметов, принципов и целей правовой охраны природы в Беларуси, образует природоохранное законодательство.

Общее руководство по правовым вопросам осуществляется высшими органами государственной власти – Кабинетом Министров РБ и его подчиненным структурам. В настоящее время осуществляется переход от административных к преимущественно экономическим методам госнадзора. Эти органы утверждают экономические нормативы, правила и стандарты по регулированию и использованию природных ресурсов и охране природной среды от загрязнения, а также контроль за соблюдением экологических норм при разработке новой техники, технологии, материалов и веществ.

Существуют определенные формы законодательства, в том числе природоохранительного. В частности, таковыми признаются нормативные акты, в которых содержатся нормы права по охране природы и

рациональному природопользованию. Они подразделяются на законы и подзаконные акты. Юридическую базу природоохранного законодательства Республики Беларусь составляет Конституция. Правовые нормы по охране природы и рациональному природопользованию содержится в Основах гражданского, земельного, водного, лесного законодательства, а также в основах законодательства о здравоохранении и в уголовных кодексах. Конкретной юридической формой охраны природы является закон об охране природы в республике. Подзаконными актами служат нормативно-правовые акты государственных органов республики, издаваемые на основании законодательных актов, постановления исполнительных комитетов, а также отраслевые и ведомственные инструкции, указания, правила.

Уклонение от выполнения законов об охране природы и частных нормативных актов рассматривается в юридическом аспекте как виновное противоправное поведение людей, организаций или предприятий, нарушающих установленные правила, и квалифицируются как природоохранные нарушения. Предусмотренные правом неблагоприятные последствия, нарушающие в случае нарушения законодательства, называются природоохранительной ответственностью, которая может быть материальной, административной, уголовной или дисциплинарной.

Материальная ответственность – это возмещение ущерба, нанесенного природе и хозяйству в результате нарушения законов об охране природы или присвоения продукции природы.

Административная – наказание в форме предупреждения штрафа, изъятия незаконных орудий лова, лишения права охоты и рыбной ловли, а применительно к ответственным лицам – отстранение от должности. Если нарушителем является организация, возможно приостановление деятельности.

Уголовная ответственность наступает в тех случаях, когда нарушение природоохранительного законодательства может быть рассмотрено по какой-либо статье Уголовного кодекса республики как хозяйственное преступление, преступление против собственности их общественной безопасности и здоровья населения.

Дисциплинарная – неисполнение или ненадлежащее исполнение лицом служебных обязанностей, влекущих нарушение законодательства об охране природы.

Существуют экологические нормативы, которым придана функция стандартов, как величины предельно допустимых концентра-

ций (ПДК) вредных веществ в природных средах. Стандартизировано содержание токсичных примесей в выбросах транспорта. Утвержденные стандарты обязательны для исполнения гражданами и всеми без исключения организациями. Нарушение или несоблюдение стандартов влечет за собой юридическую ответственность.

Права, обязанности граждан и органов государственной власти и управления в области охраны окружающей среды.

Граждане Республики Беларусь и иные лица, проживающие на ее территории, имеют право:

- создавать общественные объединения и фонды по охране окружающей среды и контролю за ее состоянием;
- требовать и получать полную и достоверную информацию о состоянии окружающей среды и мерах по ее охране;
- вносить предложения о запрещении размещения, прекращении проектирования, строительства, реконструкции, эксплуатации объектов, оказывающих отрицательное влияние на окружающую среду и здоровье человека;
- предъявлять в суд иски о возмещении вреда здоровью и имуществу граждан, имуществу юридических лиц, причиненного нарушениями природоохранного законодательства либо ставшего следствием связанных с такими нарушениями экологических катастроф.

Законодательством Республики Беларусь могут быть определены и иные права граждан по охране окружающей среды.

Граждане Республики Беларусь и иные лица, проживающие на территории, обязаны: беречь и охранять природу, рационально использовать ее богатства, соблюдать требования природоохранного законодательства, повышать экологическую культуру, содействовать экологическому воспитанию подрастающего поколения, выполнять другие обязанности в области охраны окружающей среды в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

Общественные экологические объединения, иные общественные объединения Республики Беларусь, осуществляющие экологические функции, имеют право:

- разрабатывать и пропагандировать свои экологические программы, защищать права и интересы населения в области охраны окружающей среды, способствовать повышению экологической культуры населения, привлекать на добровольных началах граждан к активной природоохранной деятельности;

- за счет своих средств и добровольного трудового участия членов организации выполнять работы по охране и воспроизводству природных ресурсов, сохранению и улучшению окружающей среды, оказывать содействие государственным органам по охране природы в борьбе с нарушениями природоохранного законодательства, создавать общественные фонды по охране окружающей среды и расходовать их на проведение экологических мероприятий;

- принимать участие в проведении государственной экологической экспертизы по размещению, проектированию, строительству, вводу в эксплуатацию экологически опасных объектов, проводить общественную экологическую экспертизу, вносить предложения, требовать в судебном порядке отмены решений по размещению, строительству, эксплуатации экологически опасных объектов, ограничению, приостановлению, прекращению, репрофилированию их деятельности;

- предъявлять в суд иски о возмещении вреда здоровью, имуществу граждан и общественных объединений, причиненного нарушением природоохранного законодательства.

Право граждан Республики Беларусь и иных лиц, проживающих на ее территории, на здоровую и благоприятную для жизни и здоровья окружающую среду обеспечивается:

- планированием и нормированием качества окружающей среды, мерами по предотвращению экологически вредной деятельности, оздоровлению окружающей среды, предупреждению и ликвидации последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;

- государственным контролем за состоянием окружающей среды и соблюдением природоохранного законодательства, привлечением к ответственности лиц, виновных в нарушении требований обеспечения экологической безопасности населения;

- страхованием граждан, образованием государственных, общественных и иных фондов помощи лицам, пострадавшим от загрязнения окружающей среды;

- возмещением в добровольном и судебном порядке вреда, причиненного здоровью и имуществу граждан в результате загрязнения окружающей среды и иных вредных воздействий на нее, в том числе последствий аварий и катастроф;

- привлечением к ответственности в соответствии с законодательством Республики Беларусь лиц, умышленно искажающих информацию окружающей среды, препятствующих выполнению гражданами и общественными объединениями их прав, вытекающих из настоящего

закона, другими гарантиями, предусмотренными настоящим законом и иными законодательными актами Республики Беларусь.

Верховный Совет Республики Беларусь в области охраны окружающей среды:

- определяет государственную и межгосударственную экологическую политику;
- осуществляет межгосударственное сотрудничество в области охраны окружающей среды;
- разрабатывает и принимает законодательные акты об охране среды;
- определяет порядок организации и деятельности органов государственной власти и управления в области использования и охраны природных ресурсов, охраны окружающей среды;
- рассматривает и утверждает государственную экологическую программу Республики Беларусь;
- объявляет территории зонами экологического бедствия;
- утверждает границы объектов природно-заповедного фонда республиканского значения и санкционирует их изменение;
- рассматривает вопросы в области охраны окружающей среды и природопользования.

К ведению местных Советов народных депутатов в области охраны окружающей среды относятся:

- организация планирования охраны окружающей среды, финансирования и материально-технического обеспечения экологических программ;
- координация деятельности экологических служб предприятий, учреждений, организаций;
- принятие решений о запрещении деятельности юридических лиц и их отдельных производств, цехов, участков, находящихся на территории местного Совета, либо о лишении этих юридических лиц и их производств права пользования местными природными ресурсами в случаях загрязнения окружающей среды, нарушений природоохранного законодательства, санитарных норм и правил;
- организация экологического просвещения, образования и воспитания граждан;
- обеспечение населения необходимой экологической информацией;

решение других вопросов охраны окружающей среды, отнесенных к компетенции органов местного самоуправления законодательством

вом Республики Беларусь;

Местные Советы народных депутатов могут делегировать часть своих полномочий в области охраны окружающей среды органам Государственного комитета Республики Беларусь по экологии.

Правовые отношения.

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов представляют собой сложную и многоплановую проблему. Решение ее сопряжено с регулированием взаимоотношений человека и природы, подчинением их определенной системе инструкций, правил, законоположений. В нашей республике такая система установлена в законодательном порядке и преследует цель охраны, рационального использования и расширенного воспроизводства природных ресурсов. Правовая охрана окружающей среды представляет собой совокупность установленных государством правовых норм и возникающих в результате их реализации правоотношений, направленных на выполнение мероприятий по сохранению естественной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, не нарушению окружающей человека жизненной среды. Иначе, правовые отношения в экологии определяют как систему государственных мероприятий, закрепленных в праве и направленных на сохранение, восстановление и улучшение благоприятных природных условий, необходимых для жизни людей и развития материального производства.

В систему правовых отношений в Республике Беларусь входят юридические мероприятия:

1. Правовое регулирование отношений по поводу использования и возобновления природных ресурсов.
2. Организация воспитания и обучения кадров, финансирования и материально-технического обеспечения природоохранных действий.
3. Государственный и общественный контроль за выполнением требований по охране природы.
4. Юридическая ответственность правонарушителей.

По законодательству республики объектом правовой охраны выступает природная среда. Это объективная, существующая вне человека и независимо от его сознания реальность, служащая местом обитания, условием и средством его существования. Конкретными объектами охраны в Беларуси являются: земля, недра, вода, леса и иная растительность, памятники природы, курортные местности, животный мир, атмосферный воздух.

Важно подчеркнуть, что каждый из перечисленных объектов охраны может одновременно рассматриваться как природный ресурс и как элемент природной среды.

Существует большое количество законоположений, определяющих правовое регулирование природоохранных, правовых отношений. Совокупность природоохранных норм и правовых актов, объединенных общностью объекта, предметов, принципов и целей правовой охраны природы в Республике Беларусь, образует природоохранное законодательство.

Общее руководство по правовым вопросам, как и во всех отраслях народного хозяйства республики, осуществляется высшими органами государственной власти – Верховным Советом и Советом Министров Республики Беларусь и им подчиненным структурам. В настоящее время осуществляется переход от административных к преимущественно экономическим методам госнадзора природоохранной деятельности. Эти органы занимаются и осуществляют утверждение экономических нормативов, правил, стандартов по регулированию использования природных ресурсов и охране природной среды от загрязнения; контроль за соблюдением экологических норм при разработке новой техники, технологии, материалов и веществ.

Существуют определенные формы каждого законодательства, в том числе и природоохранного. В частности, таковыми признаются нормативные акты, в которых содержатся нормы права по охране природы и рациональному природопользованию. Они подразделяются на законы и подзаконные акты. Юридическую базу природоохранного законодательства Республики Беларусь составляет Конституция. Правовые нормы по охране природы и рациональному природопользованию содержатся в Основах гражданского, земельного, лесного законодательства, а также в Основах законодательства о здравоохранении и в уголовных кодексах. На рассмотрении этих законодательных документов остановимся ниже. Конкретной же формой охраны природы является закон «Об охране окружающей среды». Подзаконными актами служат нормативно-правовые акты государственных – органов республики, издаваемые на основании законодательных актов, постановления исполнительных комитетов, а также отраслевых и ведомственных инструкций указаний, правил.

Уклонение от выполнения законов об охране природы и частных нормативных актов рассматриваются в юридическом аспекте как виновное противоправное поведение лица, нарушающего установлен-

ные правила, и квалифицируется как природоохранительное нарушение. Соответственно предусмотренные правом неблагоприятные последствия, наступающие в случае нарушения законодательства, для нарушающего его лица называются природоохранительной ответственностью, которая подразделяется на материальную, административную, уголовную, дисциплинарную.

Материальная ответственность – это возмещение ущерба, нанесенного природе и хозяйству в результате нарушения закона об охране природы или присвоения продукции природы.

Административная ответственность включает наказание в форме предупреждений, штрафа, изъятия незаконных орудий лова, лишения права охоты и рыбной ловли, а применительно к ответственным лицам – отстранение от занимаемой должности. Если нарушителем является организация, возможно приостановление ее деятельности.

Уголовную ответственность несут в тех случаях, когда нарушение природоохранительного законодательства может быть рассмотрено по одной из статей Уголовного кодекса республики либо как хозяйственное преступление, либо как преступление против собственности, либо общественной безопасности и здоровья человека.

Дисциплинарная ответственность заключается в неисполнении или надлежащем исполнении лицом служебных обязанностей при нарушении законодательства об охране природы.

Существуют экологические нормативы, которым придана функция стандартов. Таковыми, например, являются предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в природных средах.

Стандартизировано содержание токсичных примесей в выбросах транспорта. Утвержденные стандарты обязательны для исполнения всеми без исключения организациями и отдельными гражданами. Нарушение или несоблюдение стандартов влечет за собой юридическую ответственность.

Арбитраж

Арбитражные дела об охране природы – дела по разрешению хозяйственных споров, связанных с нарушением законодательства по охране окружающей среды и рассматриваемые органами государственного арбитража. Органы государственного арбитража рассматривают хозяйственные споры лишь между предприятиями, учреждениями и организациями, за исключением колхозов. Компетенция органов государственного арбитража по рассмотрению хозяйственных споров разграни-

чивается с учетом территориального признака и стоимости иска.

Наиболее распространенными арбитражными делами являются дела о возмещении убытков:

- рыбному хозяйству в случаях массовой гибели рыбы в результате загрязнения водных объектов промышленными, коммунальными и другими водами или производственными отходами, либо нарушение других правил использования и охраны рыбохозяйственных водоемов;

- охотничьему хозяйству в случаях гибели диких животных в результате нарушения требований охраны окружающей природной среды сельскохозяйственными, промышленными, транспортными и другими предприятиями;

- лесному хозяйству в случаях нарушения правил рационального использования и охраны лесов;

- землепользователям в результате самовольного захвата земель, их загрязнения, порчи или разрушения плодородного слоя почвы и др.

Предприятия, учреждения и организации, возместившие убытки в соответствии с решениями органов государственного арбитража, вправе предъявлять в суде иски своим должностным лицам и другим работникам, непосредственно виновным в нарушении законодательства в процессе своей производственной деятельности и причинении указанных выше убытков народному хозяйству.

Международное сотрудничество

Единство биосферы нашей планеты выдвигает много общеправовых экологических проблем разного уровня, успешное решение которых возможно лишь при международном сотрудничестве. Зародившееся более 100 лет назад международное сотрудничество по охране окружающей среды стремительно развивается. Основные аспекты международного сотрудничества включают:

- 1) систематический обмен данными и информацией о состоянии окружающей среды и уровнях загрязнения;

- 2) своевременное предварительное представление информации о деятельности, способной указать значительное негативное транспортное воздействие на окружающую среду, всем государствам, которые могут быть затронуты этой деятельностью, чтобы дать им возможность оценить ее последствия для окружающей среды;

- 3) своевременные консультации государств, в которых планиру-

ется такая деятельность, с государствами, которые могут быть потенциально затронутыми ею, чтобы обеспечить принятие окончательного решения в свете всей доступной информации о трансграничных последствиях;

4) сотрудничество между государствами и международными организациями по предотвращению экологических бедствий и минимализации их последствий;

5) обеспечение адекватной информацией по экологическим бедствиям и чрезвычайным ситуациям государств и местных организаций, потенциально затрагиваемых рисковой деятельностью;

6) устранение различий между национальными экологическими стандартами;

7) усиление обязанностей и механизмов оказания взаимопомощи между государствами в случае экологических бедствий и чрезвычайных ситуаций путем международного сотрудничества и действия компетентных международных организаций.

Равноправное и разностороннее международное сотрудничество особенно важно в решении долгосрочных программ охраны природы, таких как защита атмосферного воздуха и Мирового океана от загрязнения, регулирование использования рек, пересекающих государственные границы. Охрана мигрирующих через границы птиц, млекопитающих и др.

В первые годы советской власти были подписаны соглашения с Финляндией о рыболовстве в пограничных водах, с Афганистаном о совместном использовании водных ресурсов, конвенции с Турцией о предотвращении занесения эпизоотий, многосторонняя конвенция с Афганистаном и Ираном по защите растений, а также по борьбе с саранчой.

Особенно быстро развивалось международное сотрудничество после второй мировой войны. В этот период было заключено более 250 международных договоров, соглашений и конвенций, имеющих природоохранное значение. Среди них исключительную роль играет Московский договор (1963) о запрещении испытания ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой, который подписали более 100 стран. Важное значение имеет конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения, подписанная в 1973 г. более чем 80 странами.

Достигнуто много международных соглашений по охране птиц, в том числе Конвенция по охране мест гнездовья, отдыха и зимовок водоплавающих птиц (МАР). В 1973 г. между бывшим СССР и Япо-

нией заключена специальная Конвенция по охране перелетных и редких птиц. Позднее такого рода конвенция была подписана также с Индией.

Очень важны соглашения между бывшим СССР и США о сотрудничестве в области изучения и охраны окружающей среды (1972) по проблемам охраны природы, между Францией, Швецией, Финляндией и рядом других стран по некоторым вопросам охраны природы, о международном научно-техническом сотрудничестве со странами Восточной Европы по вопросам охраны природы и рационального использования природных ресурсов.

Научно-исследовательские учреждения принимают участие в реализации ряда международных программ, в частности программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера».

Организация Объединенных Наций (ООН) постоянно уделяет внимание проблемам охраны природы. В 1962 г. на 17 сессии Генеральной Ассамблеи ООН была принята специальная резолюция «Экономическое развитие и охрана природы», в которой подчеркивалось, что охрана природы – непосредственный долг государств – членов ООН и что мероприятия по сохранению природных ресурсов должны осуществляться одновременно с экономическим развитием. С 1973 г. приступило к работе учреждение «Программа ООН по окружающей среде» (ЮНЕП), которое организует и координирует исследования по охране окружающей среды, в частности создание системы станций слежения за состоянием биосферы во всем мире.

Специальные органы ООН – ЮНЕСКО, ФАО – также уделяют много внимания охране природы. Так, одно из главных направлений работы ЮНЕСКО – просвещение и подготовка специалистов в области охраны природы, популяризации положительного опыта и новейших методов рационального и комплексного использования природных ресурсов, проведение научных исследований по различным проблемам охраны природы.

Вопросы комплексного использования и охраны вод, сохранения, восстановления и повышения плодородия почв, производительности лесов и ресурсов животного мира находятся в центре внимания ФАО.

Санитарно-гигиеническим аспектам охраны окружающей среды большое внимание уделяет Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Эта организация провела ряд конференций по выявлению источников загрязнения атмосферы и воды и методам борьбы с ним на основе опыта различных стран.

Среди международных организаций особое место занимает созданный в 1948 г. по инициативе ЮНЕСКО Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП). Эта организация – основной советник и консультант по проблемам охраны живой природы.

В соответствии с уставом МСОП содействует сотрудничеству между правительствами, национальными и международными организациями, занимающимися вопросами охраны природы. Он готовит проекты международных конвенций и соглашений. В задачу этого союза входит научная консультация государств, национальных и международных органов по охране природы и правовым вопросам. МСОП разрабатывает и распространяет новые научные и технические достижения в данной области и пропагандирует идеи охраны природы.

Широкую известность получила Красная книга, созданная комиссией охраны редких и исчезающих видов животных и растений, содержащая сведения о состоянии популяций, находящихся под угрозой исчезновения видов, а также рекомендации по их восстановлению. Зеленая книга, составленная также этим союзом, включает много ценной информации о редких и уникальных ландшафтах. МСОП выпускает справочники о национальных парках, резервациях и заповедниках во всем мире. Постоянное внимание эта организация уделяет разработке экологических принципов долгосрочных прогнозов воздействия на биосферу при осуществлении крупных проектов преобразования природы.

Абиотические факторы – компоненты и явления неживой природы, которые прямы или косвенно воздействуют на организмы (например, физические и химические характеристики среды, климатические или географические условия).

Абиссаль – океаническое ложе с глубиной 3 – 6 км.

Автотрофное питание – т.е. самостоятельное питание, основывается на непосредственном преобразовании неорганических веществ – воды, азота, фосфора, углекислого газа – в органические с помощью солнечной энергии в процессе фотосинтеза. Этот тип питания присущ автотрофам – зеленым растениям и некоторым бактериям.

Агроценоз – искусственно созданный человеком биоценоз.

Агрэкосистема - неустойчивая экосистема, искусственно созданная человеком с целью получения сельскохозяйственной продукции.

Адаптация – процесс приспособления организмов к определенным условиям среды. В этом процессе у организмов возникают и развиваются конкретные свойства, которые позволяют выжить и размножаться в изменившейся среде.

Акклиматизация – приспособление организмов к новым условиям существования.

Аллелопатия - это взаимодействие организмов посредством специфически действующих химических продуктов обмена веществ, которые выделяются во внешнюю среду.

Аменсализм – форма взаимоотношений между организмами, полезная для одного вида, но вредная для другого. Светолюбивые растения, растущие под елью испытывают угнетение в результате затенения ее кроной, для самого дерева такое соседство безразлично.

Анаэробы – организмы, которые получают необходимый для жизни кислород путем расщепления кислородосодержащих органических соединений (т.е. в ходе брожения).

Анемохория – расселение организмов с помощью ветра.

Антропогенные (антропические) факторы (греч. Антропос – человек) – факторы, обязанные своим происхождением деятельности человека. Воздействие на экосистемы человека, как биологического вида, можно было отнести к биотическим факторам, однако в результате его деятельности в среду поступают, например, тысячи разных химических соединений, со многими из которых природа ранее не сталкивалась, поэтому такого рода воздействие можно приравнять к появлению мощных и разнообразных абиотических факторов. Все факторы можно

разделить на *условия и ресурсы*.

Ареал – область распространения: 1) любой систематической группы организмов – вида, рода, семейства и т.п.; 2) сходных условий существования (например, глубокие ямы в водоеме, где зимуют и сохраняются в маловодные годы рыбы, и т.п.); 3) определенного типа биотических сообществ или экосистем любого иерархического ранга (например, экосистем тропических лесов, арктических тундр и т.п.).

Аэробы – организмы, использующие для дыхания кислород воздуха.

Батиналь – крутой склон дна (200 м – 2,5-3 км).

Бентос – совокупность организмов, обитающих на дне.

Биогенное вещество – вещество, которое возникло в результате разложения остатков организмов, но еще не полностью минерализовано (например, уголь, нефть, битумы и др.).

Биогеоценоз (греч. Ге, гео – Земля) – по В.Н.Сукачеву, “участок земной поверхности, где на известном протяжении биоценоз и отвечающие ему части атмосферы, литосферы, гидросферы и педосферы остаются однородными и имеющими однородный характер взаимодействия между ними и поэтому в совокупности образующими единый, внутренне обусловленный комплекс” (педосфера: греч. Педон – почва). Для водной среды учение о биогеоценозе не было разработано, т.к. экосистемы водной среды не столь точно определены по пространственным границам и в них в большей мере разомкнуты обменные круги веществ, однако идея геоценоза сохраняет свое значение и для водной среды. Биогеоценоз иногда определяют как совокупность биоценоза и занятого им биотопа, т.е. термин “биогеоценоз” в этом случае используется как синоним термина “экосистема”, однако эти понятия не совсем совпадают, так как понятие экосистемы является более общим по сравнению с биогеоценозом. Их соотношение может быть представлено так: биогеоценоз – это экосистема в границах биосинтеза, т.е. эти категории совпадают лишь на уровне растительного сообщества и принципиально расходятся как выше, так и ниже этого уровня. Биогеоценоз всегда связан с определенной частью земной поверхностью (“ге” – Земля), а экосистемой может быть любая система живых и не живых компонентов: и космический корабль, и любой биогеоценоз. Кстати, понятие системы означает совокупность не случайно оказавшихся вместе, а составляющих единое целое, взаимосвязанных, взаимовлияющих, взаимозависимых компонентов.

Биокосное вещество – структура из живого и косного веществ

ва, которая создается одновременно косными процессами и живыми организмами (например почва).

Биологическая продуктивность – это понятие объединяет биомассу, производимую популяцией или сообществом (экосистемой) на единице площади или за единицу времени, и способность биологических систем поддерживать темп воспроизведения этой биомассы. Полная, или валовая, биологическая продуктивность включает, помимо биомассы, также производимые энергию и биогенные летучие вещества (газы, аэрозоли). Чистая биологическая продуктивность – это разность между полной биологической продуктивностью и частью, затраченной на процесс дыхания. Отличают первичную и вторичную биологическую продуктивность. Первичная – это биомасса (надземных и подземных органов), а также энергия и биогенные летучие вещества, производимые продуцентами на единицу площади за единицу времени. Вторичная – это биомасса, а также энергия и биогенные летучие вещества, производимые всеми консументами на единицу площади за единицу времени. Третичную биологическую продуктивность обычно не выделяют, хотя продукция микроорганизмов входит в понятие биологической продукции. Следует отметить, что продуктивность литобиосферы неизвестна, организмов аэробииосферы в целом.

Биологическая продукция – биомасса, производимая популяцией, сообществом, экосистемой. Различают первичную продукцию, которую образуют продуценты в процессе фотосинтеза и хемосинтеза, и вторичную, которую производят все консументы и редуценты. Если рассмотреть последовательность трофических уровней, то окажется, что продукция следующего трофического уровня обычно меньше на 10% от продукции предыдущего. Это явление связано с переносом энергии от уровня к уровню: на каждом уровне 90% и более составляет энергия, не использованная, не усвоенная, а также израсходованная на дыхание.

Биологическая система – (греч. Система – целое, составленное из частей) – динамически саморегулирующееся и, как правило, саморазвивающееся и самовоспроизводящееся биологическое образование любой сложности (от макромолекулы до такой глобальной экологической системы, какой является наша планета Земля).

Биологические “часы” – физиологические механизмы, обуславливающие способность организмов реагировать на интервалы времени, и явления, связанные с этими интервалами.

Биологические режимы – периодические колебания интенсив-

ности и характера биологических процессов и явлений.

Биологическое разнообразие - разнообразие организмов, населяющих землю, и их природных сочетаний.

Биом (лат. ...ома – окончание, обозначающее какую либо совокупность) – совокупность видов живого и среды их обитания, составляющие экосистему в определенной ландшафтно-географической зоне (например, биом листопадного леса, т.е. биом, характеризующийся листьями, сбрасывающими листву осенью).

Биомасса – количество живого вещества тех или иных организмов (популяций, видов, группы видов, сообществ в целом), выраженное в единицах массы (веса) или энергии и приходящееся на единицу площади или объема какого-либо биотопа вплоть до экосферы планеты. В единицах массы этот термин относится к сырому или сухому состоянию живого вещества. Биомассу растений называют фитомассой, животных – зоомассой. Биомасса может быть как живой, так и мертвой (например, древесина, кора деревьев).

Биосфера (греч. Био – жизнь, сфера – шар) – область существования и функционирования живого вещества и само это вещество. Эта область охватывает *азробиосферу* (нижняя часть атмосферы – газообразной оболочки Земли – до озонового слоя, примерно 25 км), *гидробиосферу* (это вся гидросфера – совокупность всех вод Земли) и *литобиосферу* (верхние слои литосферы – твердой оболочки Земли – до 3 км). Таким образом, термин и понятие “биосфера” включает в себя как живые организмы, так и среду их обитания. Известны по крайней мере два необходимых условия для существования биосферы: 1. наличие воды в жидком состоянии; 2. наличие лучистой энергии Солнца, которая используется для синтеза биомолекул в процессе фотосинтеза.

Биота (греч. Биота – жизнь) – совокупность живых организмов (растений и животных), объединенных общей областью распространения. В отличие от понятий “биоценоз” и “биом” биота не подразумевает экологических связей между видами. Иногда биотой называют любую совокупность живых организмов (например, биота леса, биота скал и т.п.).

Биотические факторы (греч. Биота – жизнь) – совокупность влияния жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других, а так же неживую компоненту среды обитания (например, хищник поедает жертву, отмершие листья деревьев образуют опад, который служит местом обитания и пищи многих организмов).

Биотоп (греч. Топос – место) – относительно однородная по

абиотическим факторам среды пространство в пределах водной, наземной и подземной частей биосферы, занятая одним биоценозом (например, биотоп пруда, биотоп гнилого дерева). Биоценоз (сообщество) в совокупности с биотопом (т.е. неживыми компонентами среды), с которым он взаимодействует, составляет экологическую систему.

Биохимические циклы – это циркуляция химических элементов абиотического происхождения, которые попадают из окружающей среды в организмы и из организмов в окружающую среду.

Биоценоз - взаимосвязанная совокупность микроорганизмов, грибов, растений и животных, населяющих более или менее однородный участок суши или водоема и приспособленных к условиям окружающей их среды (например биоценоз озера, соснового леса и т.п.).

Биоценология – раздел экологии, изучающий отношения в животнов-растительных сообществах.

Брожение – анаэробный ферментативный процесс превращения органических веществ, посредством которого многие организмы получают энергию, необходимую для их жизнедеятельности. К брожению способны животные, растения и микроорганизмы.

Вид – совокупность популяций особей, которые имеют общий генофонд, обладают общими морфологическими признаками, занимают определенный ореал, свободно скрещиваются между собой в природных условиях и дают плодовитое потомство.

Гелиофиты (световые виды) – растения, обитающие на открытых местах с хорошей освещенностью.

Генофонд – совокупность генотипов всех особей популяции, группы популяций или вида.

Геобионты – организмы, постоянно обитающие в почве. Весь цикл их развития протекает в почвенной среде (дождевой червь, первичнобескрылые насекомые).

Геоксены – животные, использующие почву в качестве укрытия или убежища (тараканы, некоторые клопы, жуки, млекопитающие, живущие в норах).

Геофилы – животные, у которых одна из фаз цикла развития происходит в почве (саранчовые, некоторые жуки, комары-долгоножки).

Гетеротрофное питание – это питание уже готовыми органическими веществами. Этот тип питания присущ гетеротрофам – в основном животным и большинству микроорганизмов.

Гигрофиты – растения, живущие в условиях повышенной влажности воздуха и на влажных почвах.

Гидатофиты – растения, полностью погруженные в воду, но иногда плавающие на поверхности или имеющие плавающие листья.

Гидробионты – обитатели водной среды.

Гидрофиты – растения, погруженные в воду только нижней частью и обычно укореняющиеся в группе.

Гоматотермные или теплокровные животные – более высокий и устойчивый уровень обмена веществ, в процессе которого осуществляется терморегуляция и обеспечивается относительно постоянная температура тела, которая практически не изменяется даже при существенных колебаниях температуры внешней среды.

Гомеостаз – состояние динамического (подвижного) равновесия (постоянного и устойчивого равновесия) природной системы, которое поддерживается приспособительными реакциями, регулярным возобновлением основных ее структур, вещественно-энергетического состава и внутренних свойств, а также постоянной саморегуляцией во всех звеньях системы. Гомеостаз характерен и необходим для всех природных систем – от космического до организма и атома. Направлен гомеостаз на ограничение воздействий внешней и внутренней среды на систему, как целое, на сохранение относительного постоянства структуры и функций в системе. Для экосистем часто употребляют термин “экологическое равновесие” (динамическое).

Детритофаги – виды, питающиеся разлагающимися растениями (детрит) и продуктами их разложения.

Динамическое равновесие – колебания численности популяций в пределах какой-то средней величины.

Доминирование – способность вида занимать в экосистеме главенствующее положение и оказывать влияние на распределение в ней энергии.

Доминанты – это не виды, которые на своем трофическом уровне обладают наибольшей продуктивностью.

Живое вещество – совокупность тел живых организмов, населяющих планету Земля.

Закон минимума Либиха : рост растения (урожай) зависит от того элемента питания, который присутствует в почве в минимальном количестве.

Закон толерантности (В.Э.Шэлфорд), в современной трактовке гласит: *Лимитирующим фактором процветания биосистемы может быть как минимум, так и максимум экологического фактора; диапазон между минимумом и максимумом определяет величину толерантности*

биосистемы к данному фактору. По отношению к любому фактору биосистема обладает определенным диапазоном толерантности (выносливости, устойчивости). Если количественное значение хотя бы одного из факторов выходит за пределы диапазона выносливости, то существование вида становится невозможным, как бы ни были благоприятны другие условия. Очевидно, что пренебрежение законом минимума и толерантности ведет к двойным потерям – экологическим и экономическим. Виды, способные существовать при небольших отклонениях фактора от его оптимального значения, называются **узкоспециализированными** (например, таковыми являются большинство обитателей морей, нормальная жизнедеятельность которых сохраняется лишь при высокой концентрации солей в окружающей среде). Виды, выдерживающие значительные изменения фактора, называются широкоспециализированными (широкопри-способительными).

Закон толерантности Шелферда: лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия.

Зоофаги – организмы, питающиеся животной пищей и продуктами их жизнедеятельности: биофаги питающиеся живыми тканями, некрофаги – трупами, копрофаги – экскрементами.

Зоохория – форма межвидовых взаимоотношений, при которых животные содействуют растениям в распространении семян и плодов (можно рассматривать как разновидность синоткии).

Интродукция – введение видов растений в какую-либо местность, в которой они раньше не встречались, а также распространение животных за пределы их естественных ареалов.

Исчерпаемые природные ресурсы - ресурсы, количество которых неуклонно уменьшается по мере их добычи или изъятия из природной среды (богатства недр, почва, виды растений и животных).

Квартиранство (синойкия) – совместное проживание двух организмов разных видов, полезное для одного и безразличное для другого. В отличие от комменсализма в этом случае не возникает непосредственных пищевых отношений. Один из организмов может использовать другой в качестве убежища, средства для передвижения.

Кислотные (кислые) осадки - дождь или снег, подкисленный ($\text{pH} < 5,6$) из-за растворения в атмосферной влаге промышленных выбросов (SO_2 , SO_3 , NJ , HCL и др). Подкисляют водоемы и почву, что приводит к гибели рыбы и других водных организмов, а также к резкому

уменьшению прироста лесов и их усыханию.

Комменсализм – тип взаимоотношений, при котором один из видов извлекает пользу из совместного существования, не причиняя вреда другому. При комменсализме один из видов использует другой в качестве среды обитания, средства передвижения или питается за его счет. Мальки многих рыб живут среди щупалец актиний и медуз и питаются отбросами их пищи. Многие птицы кормятся на экскрементах копытных, выбирая оттуда непереваренные зерна растений. Песцы в тундре следуют за белым медведем и доедают останки его пищи.

Конкуренция - взаимоотношения, возникающие между организмами одного вида (внутри) или организмами разных видов (межвидовая) со сходными экологическими требованиями, т.е. используют одни и те же ресурсы окружающей среды.

Консорция – (выступающая как единое целое). Совокупность популяций организмов, жизнедеятельность которых в пределах одного биоценоза трофически или топически связана с центральным видом – автотрофным растением.

Консументы – организмы-гетеротрофы, потребляют готовые органические вещества, создаваемые продуцентами. Потребляя, консументы не доводят разложение органических веществ до простых минеральных составляющих. К группе консументов принадлежат все животные, включая человека, некоторые микроорганизмы, паразитические и насекомоядные растения. Отличают консументов *первичных* (первого порядка) и *вторичных*, которые подразделяются на консументов второго, третьего и последующих порядков. Первичные консументы – травоядные животные, паразитические растения, “травоядные” микроорганизмы – питаются продуцентами. Вторичные консументы питаются животной пищей: консументы второго порядка поедают растительноядных животных или паразитирующих на них; консументы третьего порядка поедают хищников и паразитов хищников и т.д.

Косное вещество – неживое вещество, образованное процессами, в которых живое вещество не принимало участие.

Ксерофиты – растения, растущие в местах с недостаточным увлажнением. Это растения пустынь, полупустынь, жестколистных вечнозеленых лесов и кустарниковых зарослей.

Лимитирующий (ограничивающий) фактор – это фактор, сдерживающий развитие биологической системы из-за его недостатка или избытка по сравнению с потребностями. Понятие ведет свое начало от “принципа(закона) минимума”. В современной трактовке закон ми-

нимума утверждает следующее: *Развитие биосистемы может регулироваться одним или несколькими компонентами среды, находящимися в недостатке, тогда как другие ресурсы и условия могут присутствовать в избытке и не использоваться в полной мере.* Дополнением к закону минимума является **правило совокупности действия факторов или закон совокупного действия**: *Продуктивность биологической системы определяется всей совокупностью воздействующих факторов, а не только фактором, имеющимся в минимуме.* Казалось бы, правило противоречит закону. На самом деле они дополняют друг друга: совокупность факторов определяет успешность процессов, идущих в био- и экосистемах, но в то же время лимитирующий фактор сдерживает скорость хода этих процессов. Например, рост растений идет под совокупным действием тепла, влаги и т.д., но его замедление возможно от холода, засухи, любого другого отдельно лимитирующего фактора, которые нередко усиливают или ослабляют друг друга.

Литораль – кромка берега, периодически заливаемая во время приливов.

Мезофиты – растения, произрастающие при среднем увлажнении, умеренно теплом режиме.

Мериализ – взаимовыгодное сожительство организмов разных видов. Лишайники – сожительство гриба и водоросли; рак-отшельник и акимени. Насекомые-опылители и цветковые растения.

Местообитание – специфическая физическая среда, в которой живет организм (лес, пустыня, болото и т.д.).

Миграции – передвижения животных, вызванные изменением условий существования или связанные с циклами их развития.

Моногамия – единобрачие, спаривание самца с одной самкой в течение одного или нескольких сезонов.

Монофаги – организмы, питающиеся определенными кормовыми растениями. При неурожае или гибели кормового растения монофаги могут погибнуть, несмотря на то, что узкоспециализированные в пищевом отношении животные обладают способностью совершать миграции или переносить длительные голодовки.

Неисчерпаемые природные ресурсы количественно неиссякаемая часть природных ресурсов (солнечная энергия, ветер, приливы).

Нейтрализм – форма отношений, при которой совместно обитающие на одной территории виды не влияют друг на друга. Например, белки и лоси в одном лесу не контактируют друг с другом.

Нектон – животные, способные к быстрому плаванию и пре-

одолению силы течений.

Обмен веществ – последовательное потребление, превращение, использование, накопление и потеря веществ и энергии в живых организмах в процессе жизни, позволяющие им самосохраняться, расти, развиваться и самовоспроизводиться в условиях окружающей их среды, а также адаптироваться к ней, ее изменениям.

Олигофаги - животные, живущие за счет нескольких видов растений.

Оптимум – доза фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма.

Организм – всякое живое тело, живое существо, реальный носитель жизни, который характеризуется всеми ее свойствами и происходит от одного зачатка: семени, споры, оплодотворенной яйцеклетки и т.д. Организм – синоним терминов “особь”, “индивид”. Экология особей иначе называется аутоэкологией (греч. Аутос – сам).

Паразитизм – отношения, при которых один вид паразит использует другой хозяина как среду обитания и источник пищи, причиняя вред хозяину.

Парниковый эффект – глобальное потепление климата.

Пессимум – доза фактора, угнетающая жизнедеятельность организма, но он еще может существовать.

Пищевая цепь, цепь питания, трофическая цепь – последовательность групп организмов (пищевых звеньев), каждая из которых служит пищей для последующей группы, т.е. связана отношением пища – потребитель. Обычно бывает от 1 до 5 и более звеньев.

Планктон – взвешенные, парящие в воде организмы.

Плотность популяций – число особей, приходящихся на единицу площади или объема.

Пойкилотермные или холоднокровные животные - имеющие неустойчивый уровень обмена веществ и непостоянную температуру тела, которая незначительно или вообще не отличается от температуры окружающей среды и изменяется вместе с ней его систематических групп, отдельных органов и их систем.

Полигамия – многобрачие.

Полиморфизм популяций – неоднократность популяции, связанная с наличием в ней различных возрастных групп (возрастная структура), неполовозрелых, активно размножающихся и уже прекративших размножение особей (половая структура), сезонных фаз.

Полифаги – организмы, использующие обширную группу жи-

вотных и растений в качестве пищи. В случае исчезновения основного корма олигофаги и полифаги могут переключаться на другие источники пищи.

Популяционные волны – периодические и непериодические колебания численности популяций под влиянием абиотических и биотических факторов среды, свойственные всем видовым популяциям.

Популяция (природная) – совокупность особей одного вида с общим генофондом, в течение большого числа поколений населяющих определенное пространство с относительно однородными условиями обитания. Свойствами популяций занимается *популяционная экология*.

Продуценты – организмы-автотрофы, синтезирующие органические вещества из неорганических составляющих, т.е. организмы, которые способны строить свои тела за счет неорганических соединений, используя солнечную энергию (зеленые растения, микроскопические водоросли и др.). Они составляют первое звено пищевой цепи и экологической пирамиды.

Редуценты – организмы-гетеротрофы, главным образом бактерии и грибы, которые в ходе жизнедеятельности превращают органические остатки (мертвую органику) в неорганические вещества. Другое название редуцентов – *деструкторы*.

Резистентность – устойчивость, невосприимчивость к каким-либо факторам, показатель способности системы избегать изменений.

Ресурсы – организм может потреблять сам и тем самым снижать их доступность для других организмов (например, пища).

Саморегуляция – приспособление организмов для поддержания жизни в постоянно меняющихся условиях.

Смертность популяции – это количество особей погибших за определенный период.

Сообщество (ценоз) организмов – совокупность популяций разных видов, занимающая определенный участок (например сообщества леса, болота, гниющего дерева). Термин “сообщество” используют часто как синоним термина “биоценоз”. Сообщество может состоять из сотен и тысяч разных видов. Сообщество изучает *экология сообществ*, называемая также *экосистемной экологией*. Экология сообществ и популяционная экология объединяются под названием *синэкология* (греч. Син – вместе).

Среда – это все то, что окружает особь (популяцию, сообщество) и воздействует на нее. Среда характеризуется экологическими факторами, которые принято делить на биотические, абиотические и антропо-

погенные (более правильно – антропогенные). Соответственно, отличаются среду биотическую, абиотическую и антропогенную.

Стабильность – способность биосистемы сохранять свою структуру и функциональные особенности под воздействием внутренних для нее факторов.

Стенобионт (греч. Стенос – узкий, тесный) – организм, требующий строго определенных условий существования (например, таквы почти все растения влажных тропических лесов).

Стресс – ответная неспецифическая реакция популяции на какой-то сильный раздражитель окружающей среды.

Сублиitoralь – область плавного понижения до глубины 200 м.

Суккуленты - сочные растения ксерофиты с мясистыми листьями или стеблями, в которых запасается вода на период засухи (агава, агиток, алоэ, кактусы).

Сциофиты (теневые) – растения, живущие под пологом леса в постоянной тени, не выносят сильного освещения.

Толерантность (лат. Толерация – терпение) – способность организмов выносить отклонения значений экологических факторов от оптимальных для себя.

Трофический уровень – совокупность организмов, которые занимают определенное положение в общей цепи питания. Представление о пищевых цепях и трофических уровнях является скорее абстракцией, и линейную цепь с четко разделенными уровнями можно создать лишь в лаборатории. В природе реально существуют *трофические сети (пищевые сети)*, в которых многие популяции принадлежат сразу к нескольким трофическим уровням. Один и тот же организм нередко потребляет в пищу и животных, и растения; хищник может питаться консументами 1-го и 2-го порядка; многие животные едят и живые, и отмершие растения.

Ультраабиссаль – дно океанических впадин (6 – 11 км).

Условия – это факторы, воздействие которых на организм не зависит от их потребления другими организмами (например, температура атмосферного воздуха). Для нормального развития биологической системы необходимо наличие различных факторов строго определенного качества, каждый из них должен быть еще и в определенном количестве. Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется *оптимумом*, а дающая наихудший эффект, - *пессимумом* (пессимум – это условия, при которых жизнедеятельность организма максимально угнетается, но он еще может

существовать).

Факультативные гелиофиты (теневыносливые) – растения, которые могут жить при хорошем освещении, но легко переносят некоторое затенение (растения леса).

Филогенез – историческое развитие организмов, эволюция органического мира, различных

Фитофаги – виды, питающиеся растительными организмами и их продуктами.

Фотопериодизм – реакция организмов на чередование и продолжительность светлых и темных периодов суток (сезонов)

Фотосинтез (греч. Фотос – свет, синтез – соединение) – процесс превращения зелеными растениями и фотосинтезирующими микроорганизмами лучистой энергии в энергию химических связей органических веществ. Этот процесс происходит с участием пигментов, прежде всего хлорофила, наиболее интенсивно поглощающих свет определенных участков спектра (красные и сине-фиолетовые лучи).

Хищничество – форма межвидовых взаимоотношений, при которой одни организмы (хищники) поедают других (жертву, добычу), предварительно убив их. Хищничество встречается во всех крупных группах организмов. Частным случаем хищничества служит **Каннибализм** – поедание особей своего вида, чаще всего молодежи. Каннибализм чаще всего встречается у пауков (самки нередко съедают самцов), у рыб (поедание мальков), иногда встречаются случаи каннибализма среди млекопитающих.

Численность популяции – это общее количество особей на данной территории или в данном объеме.

Эврибионт (греч эурис – широкий) – организм, живущий в различных, порой резко отличающихся друг от друга условий среды (например, лисица обитает от лесотундры до степей, питаясь как животной, так и растительной пищей). Экологически непластичные, т.е. маловыносливые виды называются стенобионтами, более выносливые – эврибионтами. Стенобионтность и эврибионтность характеризуют различные типы приспособления организмов к выживанию. По отношению ко всем факторам среды (или во всяком случае ко многим) эврибионтных организмов очень мало. Чаще всего стено- или эврибионтность проявляется по отношению к одному фактору. Эврибионтность обычно способствует широкому распространению вида. Экологическая валентность видов по отношению к разным факторам среды неодинакова, поэтому каждый вид обладает специфичным *экологическим спектром*, т.е.

суммой экологических валентностей по отношению к факторам среды.

Эйдэкология (экология видов) – наименее разработанное подразделение современной экологии. Вид как уровень организации живой природы, как надорганизменная биологическая макросистема еще не стал объектом экологических исследований.

Экологическая ниша – совокупность всех факторов среды, которые требуются для существования вида, включая его связи с другими видами в природе (в сообществе, экосистеме). Каждый вид имеет свою нишу, которую он отвоевал у других видов в ходе конкурентной борьбы и которая определяет его роль и распространение в сообществах, экосистемах. Различают фундаментальную и реализованную ниши. *Фундаментальная* экологическая ниша – это те условия, в которых вид в принципе может существовать, реализованная – это условия, где вид реально встречается в данном сообществе. *Реализованная* ниша всегда составляет некоторую часть фундаментальной. Выражение “свободная экологическая ниша” означает, что в рассматриваемой экосистеме есть сумма условий для обитания и средообразующей деятельности какого-то вида, но этот вид в рассматриваемом месте отсутствует, хотя в других аналогичных биогеоценозах присутствует. Фактически “свободных” экологических ниш не существует, и все так называемые пустующие ниши – лишь обман зрения, потому что заполнение экологической ниши, как функционального места вида в экосистеме, просто требует иногда значительного времени. Об этом говорит **правило (обязательности) заполнения экологических ниш**: *В случае исчезновения вида по каким-либо причинам его нишу рано или поздно занимает другой вид, который способен выполнять те же функции в сообществе, что и исчезнувший вид, т.е. происходит экологическое дублирование.*

Экологическая пирамида – графическое изображение соотношения в экосистеме между продуцентами, консументами и редуцентами. Соотношение может быть выражено в единицах биомассы (сухого или сырого ее веса) – *пирамида биомасс* – числа особей – *пирамида чисел Элтона* или энергии, заключенной в особях, – *пирамида энергий*. Звено пищевой цепи составляет уровень экологической пирамиды.

Экологическая пластичность (экологическая валентность) – свойство видов организмов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды. Чем шире диапазон колебаний экологического фактора, в пределах которого вид может существовать, тем выше его экологическая пластичность, тем шире диапазон его толерантности.

Экологический мониторинг – наблюдение, контроль и управ-

ление состоянием окружающей среды. Задачей современного мониторинга является прогноз.

Экологический фактор – любой компонент среды, на который организм реагирует приспособительными реакциями.

Экосистема (экологическая система) – основная структурная единица биосферы – представляет собой единый природный или природно-антропогенный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, в котором живые и косные экологические компоненты связаны между собой причинно-следственными связями, обменом веществ и распределением потока энергии. В термодинамическом отношении экосистема является, как говорят физики, *открытой системой*, т.к. живые организмы постоянно обмениваются веществом и энергией с внешней средой. По масштабам различают *микрoэкоcистемы* (например, ствол гниющего дерева), *мезоэкоcистемы* (греч. Мезос – средний, промежуточный) – (лес, пруд, озеро и др.), *макрoэкоcистемы* (континент, океан) и, наконец, *глобальную* экосистему (биосфера Земли). Любой организм способен развиваться только в экосистеме, а не изолированно. Более мелкие и простые экосистемы входят в более крупные и сложные, и все вместе составляют биосферу, которая сама является глобальной экосистемой.

Экосфера – совокупность свойств планеты Земля, которые создают условия для развития жизни на Земле (биотоп биосферы). Пространственно включает тропосферу, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы. Этот термин употребляется также и в другом значении: совокупность свойств космического тела и его влияния на среду космического пространства (например, экосистема Солнца).

Элиминация – гибель особей или исчезновение любых систематических категорий (видов, родов...) в процессе борьбы за существование.

Эпифиты – воздушные растения, не имеющие корней в почве. Поселяются на стволах других растений, но не паразитируют на них.

Эфемеры – однолетние растения с очень коротким вегетационным периодом, ограниченными сроками весеннего или осеннего увлажнения (незабудка песчаная, вероника весенняя)

Эффект группы – свойство группы организмов, характеризующаяся более высокой степенью объединения и способностью к саморегуляции численности.

Список литературы

1. Бадьина В.М. Сельскохозяйственная экология: Курс лекций/БГЭУ.-Минск, 2000.- 164 с.- Библиогр.: с. 160-161.
2. Банников А.Г. и др. Основы экологии и охрана окружающей среды: Учебник для сельхозвузов/ Банников А.Г., Вакулин А.А., Рустамов А.К.; Ред. Вакулин А.А. 4-е изд., перераб. и доп..- М.: Колос, 1999.- 304 с.
3. Ветеринарная медицина: экономические, социальные и экологические проблемы: (Тезисы докл. Респ. конф. 20-22 ноября 1990 г., г. Харьков) / ЮО ВАСХНИЛ, УкрНИИЭВ.- Харьков, 1990.- 348 с.
4. Гоев А.В. Экологическое право республики Беларусь.- Минск: Молодежное науч. о-во, 2000.- 158 с.
5. Ерофеев Б.В. Экологическое право: Учебник.- М.: Юриспруденция, 1999.- 448 с.
6. Киселев В.Н. Основы экологии: Учеб. пособие для студентов небиологических спец. Вузов.- Минск: Універсітэцкае, 1998.- 367 с.
7. Кормилицын В.И. и др. Основы экологии: Учеб. пособие / Кормилицын В.И., Цицкишвили М.С., Яламов Ю.И.; Московский пед. ун-т. Московский энергетический ин-т (технический ун-т).- М.: Интерстиль, 1997.- 368 с
8. Круковский В.П. Экология и охрана водных ресурсов: Учебное пособие для учащихся средних спец. Учебных заведений.- Минск: Ураджай, 2000.- 95 с.
9. Маврищев В.В. Основы общей экологии: Учебное пособие для вузов небиологических специальностей.- Минск: Выш.шк., 2000.- 317 с.
10. Мир природы. Живые организмы и окружающая среда: Четырнадцать уникальных панорам важнейших природных экосистем: Пер. с англ./ Ред. Лидин Р.- М.: Внешсигма, 1997.- 142 с.
11. Общая экология: Учебник для вузов по экологическим специальностям/ Авт.- сост. Степановских А.С.- М.: Юнити, 2000.- 510 с.
12. Правила экологического земледелия и переработки продуктов: Для науч. работников, преподавателей и студентов агрономических и зооинженерных специальностей, специалистов сельского хозяйства/ Гродненский СХИ.- Гродно, 1997.- 21 с.
13. Проблемы развития Республики Беларусь в контексте

экологической безопасности: Альманах/ Ред.- сост. Буров И.С. и др.- Минск: НЦСИ «Восток-Запад», 1994.- 100 с.

14. Проблемы сельскохозяйственной экологии/ Ред. Незавитин А.Г.- Новосибирск: Наука; Сибирская издательская фирма РАН, 2000.- 255 с.

15. Программа соц.-экол. Развития РБ на 2001-2005 г. Минск «Беларусь», 2001.- 168 с.

16. Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания: В 4-х кн. Кн.1: Народонаселение и пищевые ресурсы/ Пер. с англ. Ан С.В., Никитина Т.В.- М.: Мир, 1994.- 344 с.

17. Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания: В 4-х кн. Кн.2: Загрязнение воды и воздуха/ Пер. с англ. Самсоненко Л.В.- Мир, 1995.- 296 с.

18. Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания: В 4-х кн. Кн.4: Здоровье и среда, в которой мы живем/ Пер. с англ. Спичкин И.М.- М.: Мир, 1995.- 192 с.

19. Республика Беларусь: 9 лет после Чернобыля. Ситуация, проблемы, действия: Национальный отчет/ Ред. Семашко А.В.- Минск, 1995.- 64 с.- В надзаг.-: М-во по чрезвычайным ситуациям и защите населения от последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС.

20. Смирнов С.Н. Радиационная экология: Учебное пособие/ Международный независимый эколого-политологический университет.- М.: Изд-во МНЭПУ, 2000.- 334 с.

21. Уразаев Н.А., Никитин А.В. Сельскохозяйственная экология: Учеб.-метод. разработки/ Ставропольский СХИ.- Ставрополь, 1993.- 47 с.

22. Шилов И.А. Экология: Учебник для студентов биологических и медицинских спец. вузов.- 2-е изд., испр.- М.: Выш. шк., 2000.- 512 с.

23. Экологическая химия. Основы и концепции: Учебное пособие/ Ред. Корте Ф.; Пер. с нем. Соболев В.В.- М.: Мир, 1997.- 396 с.

24. Эннос А.Р., Бейли С.Э.Р. Биология окружающей среды.: Проблемы и решения/ Пер. с англ. Матвеева Н.П.; Предисл. Ермаков И.П.- М.: Колос, 1997.- 184 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИИ.....	
Предмет экологии.....	
Задачи и проблемы экологии.....	
Методы экологических исследований.....	
1. СРЕДА ОБИТАНИЯ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ.....	
Понятие среды обитания и факторов среды.....	
Разнообразие экологических факторов и влияние их на организм.....	
Основные экологические факторы среды.....	
Биологические ритмы.....	
2. ОСНОВНЫЕ СРЕДЫ ЖИЗНИ.....	
Водная среда.....	
Наземно-воздушная среда.....	
Почва как среда жизни.....	
Живые организмы как среда жизни.....	
3. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ, СООБЩЕСТВ И ЭКОСИСТЕМ.....	
ПОПУЛЯЦИИ.....	
Пространственная структура популяций.....	
Возрастная и половая структура популяций.....	
Полиморфизм популяций.....	
Динамическая характеристика популяций.....	
Популяция, как саморегулирующаяся система.....	
БИОЦЕНОЗЫ.....	
Биологические связи животных и растений.....	
Структура биоценозов.....	
Простые и сложные биоценозы.....	
Цепи и циклы питания.....	
Экологическая пирамида.....	
Биологическая продуктивность.....	
Динамика и стабильность экосистем.....	
Агроценозы.....	
Экологические сукцессии.....	
4. БИОСФЕРА.....	
Состав и границы биосферы.....	
Учение В.И.Вернадского о биосфере.....	
Живое вещество биосферы и его функции.....	
Круговорот веществ.....	
Ноосфера.....	
5. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ.....	

Рациональное управление природными ресурсами.....	
6. ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ И НЕДР.....	
Состояние почвенных ресурсов в Беларуси.....	
Биологические свойства почвы.....	
Почва – основное средство сельскохозяйственного производства.....	
Эрозия почв и борьба с ней.....	
Самоочищение почвы.....	
Охрана земельных ресурсов.....	
7. ЭКОЛОГИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА.....	
Значение воды для человека и животных.....	
Источники загрязнения природной воды.....	
Самоочищение воды.....	
Паспортизация водоисточников и их санитарная охрана.....	
Стандартизация и нормативы качества воды.....	
Улучшение качества воды.....	
Контроль и управление качеством воды и водных объектов.....	
Проблема дефицита питьевой воды.....	
Водные источники и ресурсы Беларуси.....	
8. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА.....	
Источники загрязнения атмосферного воздуха.....	
Предупреждение и способы снижения загрязнения.....	
Шумовое загрязнение атмосферы.....	
Правовая охрана атмосферного воздуха.....	
9. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА.....	
Лес – важнейший природный ресурс.....	
Охрана, использование и улучшение сенокосов и пастбищ.....	
Охрана отдельных видов растений и растительных сообществ.....	
Защита растений от вредителей и болезней.....	
10. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИВОТНОГО МИРА.....	
Роль животных в биосфере и жизни человека.....	
Взаимоотношения между человеком и животными.....	
Охрана животного мира.....	
Охрана редких животных.....	
11. ЭКОЛОГИЯ – ОСНОВА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	
Красная книга Беларуси.....	
Заповедные и другие охраняемые территории.....	
Биосферные заповедники.....	
Охраняемые территории Беларуси.....	
Мониторинг окружающей среды.....	
12. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В СВЯЗИ С КА	

НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС.....	
Пути снижения воздействия радиоактивного загрязнения на урожай...	
Поступление радионуклидов и их метаболизм в организме животных.....	
13. СОСТОЯНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	
Загрязнение окружающей среды и сельскохозяйственной продукции при применении.....	
14. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	
Пути поступления токсических веществ в продукты питания, методы их контроля.....	
Применение средств химизации в растениеводстве и животноводстве..	
Экологическая ситуация в Республике Беларусь в условиях интенсивной мелиорации.....	
15. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА НА КРУПНЫХ ЖИВОТ-НОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ И ПУТИ ЕЕ УЛУЧШЕНИЯ.....	
Проблемы утилизации навоза.....	
Обеспечение экологической безопасности животноводческих комплексов.....	
Экологическая обстановка на перерабатывающих предприятиях АПК..	
16. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРАВО.....	
Закон Республики Беларусь об охране окружающей среды.....	
Экологическая экспертиза сельскохозяйственных объектов.....	
Государственный надзор за состоянием окружающей среды.....	
Права, обязанности граждан и органов государственной власти и управления в окружающей среде.....	
Правовые отношения.....	
Арбитраж.....	
Международное сотрудничество.....	
КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ.....	
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	

Учебное издание
УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

МЕДВЕДСКИЙ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ
МЕДВЕДСКАЯ ТАМАРА ВЯЧЕСЛАВОВНА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Сдано в набор _____ Подписано в печать _____

Формат 84x108 ¹/₃₂

Бумага офс. №1. Гарнитура школьная. Офсетная печать. Усл. печ. л. 18

Уч.-изд.л. 16,0. Тираж 500 экз. Заказ 213.

Лицензия на полиграфическую деятельность ЛП №362 от 11.08.1999.

Учреждение образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины».

210602 г.Витебск, ул. Доватора 7/11

