

ВВЕДЕНИЕ

Экология – биологическая наука, изучающая взаимоотношения организмов между собой и со средой обитания. Слово "экология" произошло от греческого "ойкос" – дом и "логос" – наука. Основным предметом экологии – изучение экосистем, включающих растения, животных и микроорганизмы. Наиболее важными категориями для анализа экосистем являются энергия, материя и информация. Изучение этих категорий в экосистемах в процессе их развития и взаимодействия с окружающей средой – основная задача экологии.

Экология как наука базируется на знаниях в области физики, химии, ботаники, зоологии, микробиологии, генетики, физиологии растений и животных, и в свою очередь является фундаментальной наукой для ряда технологических дисциплин (земледелия, растениеводства, селекции, агрохимии, защиты растений и др.).

Биологические науки изучают различные уровни организации жизни: ген, клетку, орган, организм, популяцию, экосистему, биосферу. Предметом изучения экологии как науки являются уровни, начиная с организменного.

Существует соподчиненность между уровнями организации живого. Более простые уровни входят как основные элементы в более сложные. Однако на каждом более высоком уровне появляются свойства и закономерности, их описывающие, которых не было на предыдущем уровне. Этот принцип экологии называют **принципом эмерджентности**: наличие у системы особых свойств, отсутствующих у элементов системы. Нельзя, например, описать процессы, происходящие в лесной экосистеме только на основе знания свойств растений, животных, микроорганизмов без учета взаимодействия между ними.

Таким образом, экология изучает следующие уровни организации живых систем: организм, популяция, экосистема, биосфера. Им соответствуют разделы экологии:

1. **Аутэкология** – экология особей. Изучает действие экологических факторов на развитие организмов растений, животных и микроорганизмов;
2. **Демэкология** – экология популяций как естественных группировок особей одного вида. Изучает численность и плотность, рождаемость и смертность популяции, динамику их развития в пространстве и во времени, взаимодействие со средой обитания.
3. **Синэкология** – экология биогеоценозов или экосистем. Исследует взаимодействие биоценозов (совокупность взаимосвязанных популяций растений, животных и микроорганизмов) с биотопом (условия обитания биоценоза).
4. **Глобальная экология** (учение о биосфере) – изучает закономерности формирования и развития биосферы как области существования живого вещества на планете, а также глобальные процессы, происходящие в литосфере, гидросфере и атмосфере; влияние антрополического фактора на эти процессы.

В зависимости от конкретного предмета изучения различают ряд областей экологии:

- Вид деятельности человека: экология промышленная, экология сельскохозяйственная.
- Изучаемая среда: экология суши, пресных вод, морская экология, экология леса и др.
- Изучаемые объекты: экология растений, экология животных, экология микроорганизмов, экология человека.
- Методы изучения: экология математическая, экология химическая, экология географическая и др.

Краткий очерк истории развития экологии.

Формирование и накопление сведений о взаимодействии организмов со средой обитания началось на заре человеческой цивилизации. Развитие научных основ экологии можно представить в виде краткой исторической сводки (Г.С.Розенберг, 1992; К.М.Павлов, 1997).

Краткая история развития экологии.

| Годы | Автор | Страна | Экологическая информация |
|------------------------|----------------|----------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 384-285г.г. до н.э. | Аристотель | Древняя Греция | "История животных"— классификация животных с учетом экологических факторов |
| 370-285г.г. до н.э. | Теофраст | Древняя Греция | "Исследования о растениях"—описал около 500 видов растений и их сообщества |
| 79-23 г.г. до н.э. | Плиний Старший | Древний Рим | "Естественная история"—обобщил данные по зоологии, ботанике, лесному хозяйству |
| 1749 | Линней К. | Швеция | "Экономия природы"—типология местобитаний. Развил основы систематики |
| 1798 | Мальтус Т. | Англия | "Опыт о законе народонаселения"—предложил уравнение геометрического (экспоненциального) роста популяции |
| 1802 | Ламарк Ж.Б. | Франция | "Гидрогеология"—зложил основы концепции о биосфере. Предложил термин "биология" |
| 1809 | Ламарк Ж.Б. | Франция | "Философия зоологии"—представление о сущности взаимодействия в системе "организм – среда" |
| 1840 | Либиш Ю. | Германия | Сформулировал закон минимума |
| 1859 | Дарвин Ч. | Англия | "Происхождение видов"—развитие эволюционного учения |
| 1866 | Геккель Э. | Германия | Предложил понятие "экология" |
| 1875 | Зюсс С. | Австрия | Предложил понятие "биосфера" |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|------|---------------|----------|---|
| 1877 | Мебиус К. | Германия | Предложил понятие "биоценоз" |
| 1900 | Докучаев В.В. | Россия | "Учение о зонах природы"—зложил научные основы почвоведения и геоботаники |
| 1903 | Раункиер К. | Дания | Создал учение о жизненных формах рас- |

| | | | |
|------|-----------------|---------|--|
| | | | тений |
| 1911 | Шелфорд В. | США | Сформулировал закон толерантности |
| 1912 | Морозов Г.Ф. | Россия | "Учение о лесе"— классическая работа по изучению лесных сообществ |
| 1922 | Вавилов Н.И. | Россия | "Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости" - выявил закономерности параллельной изменчивости у родственных видов |
| 1926 | Вавилов Н.И. | Россия | "Центры происхождения культурных растений"— установил связь между очагами цивилизации и разнообразием культурных растений. |
| 1926 | Вернадский В.И. | Россия | "Биосфера"— определил глобальные функции живого вещества |
| 1927 | Леруа Э. | Франция | Предложил термин "ноосфера" |
| 1935 | Тенсли А. | США | Предложил понятие "экосистема" |
| 1942 | Сукачев В.И. | Россия | Предложил понятие "биогеоценоз" |
| 1942 | Линдеман Р. | США | Развил представление о трофических уровнях и "пирамиде энергии" (правило 10%) |
| 1971 | Одум Ю. | США | "Основы экологии"— лучший учебник по экологии. |

Методы экологических исследований.

Специфика предмета изучения экологии - анализ биологических систем различного уровня (организм, популяция, экосистема, биосфера). **Система** – совокупность взаимосвязанных элементов, образующих единство. **Системный подход** – главный методический принцип в экологии. Он предполагает изучение элементов системы, сильных и слабых взаимодействий между ними. Методы изучения биологических систем различного уровня могут быть полевыми и лабораторными. В зависимости от сложности биосистем могут применяться методы различных биологических наук: генетики, ботаники, зоологии, микробиологии, химии и т.д.

Среди общих методов экологии различают наблюдение и эксперимент. **Наблюдение** предполагает обычно изучение биологической системы в естественных условиях путем фиксации определенных ее признаков (например, наступление фенофаз развития растений, учет численности насекомых и др.). Наблюдение носит пассивный характер и не изменяет связей, существующих в биосистеме.

Эксперимент предполагает опыт, воспроизведение объекта познания, проверку гипотез о закономерной связи явлений.

Эксперимент – исследование, при котором изучаемые объекты ставятся в условия, при которых можно изучить действие определенного фактора (или факторов) на систему. Эксперимент носит активный аналитический характер,

поскольку может выявить причинно-следственные связи в анализе развития биосистем (например, действие мелиорации на растительность и животный мир, пестицидов на вредные и полезные организмы и т.д.).

Необходимость системного анализа и сложный характер взаимодействий в биосистемах вызывают потребность в использовании моделей для их адекватного описания.

Модель – физическое или знаковое подобие реального объекта, явления или процесса, а **моделирование** – метод исследований сложных объектов, явлений и процессов путем их упрощенного имитирования. Различают **реальные** модели, которые включают наиболее существенные элементы оригинала (например, аквариум как модель водной экосистемы) и **знаковые** модели, которые описывают модель с помощью математических формул, схем, алгоритмов, таблиц. Математическое моделирование получило широкое распространение в экологии. Модели должны быть достаточно просты и в то же время должны отражать главные особенности биосистемы, т.е. быть **адекватными**.

Главная цель построения и использования моделей в экологии – возможность прогнозирования динамики развития биосистем. Это особенно важно, если биосистема (популяция, биоценоз и др.) подвергается внешним, в первую очередь антрополическим воздействиям. Прогноз отдаленных экологических последствий хозяйственной деятельности человека позволяет предвидеть и уменьшить негативные эффекты, вносить коррективы в принимаемые решения.

Наблюдения, эксперименты и моделирование используются в национальной системе мониторинга окружающей среды. **Мониторинг** – комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под влиянием антрополических воздействий и других факторов. Система мониторинга в зависимости от территориального охвата подразделяется на глобальный, региональный и локальный мониторинг. **Глобальный мониторинг** – система слежения за состоянием и прогнозирования общемировых процессов и явлений, включая антропогенные воздействия на биосферу в целом. **Региональный мониторинг** – охватывает крупные территории (например, страны Балтийского региона, зона Чернобыльской аварии и др.). **Локальный мониторинг** ведут на областном или районном территориальном уровне.

На основе характера изменения состояния окружающей среды различают фоновый и импактный мониторинги. **Фоновый мониторинг** предполагает наблюдение за состоянием земель, не подвергающихся воздействию человека, его проводят в биосферных заповедниках. **Импактный мониторинг** предполагает наблюдения за состоянием окружающей среды при воздействии антрополического фактора.

Национальная система мониторинга окружающей среды (НСМОС) координируется Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и выполняется рядом Министерств и ведомств, а также научных учреждений. Она включает следующие виды мониторинга:

1. Медицинский мониторинг.
2. Мониторинг окружающей среды.

- 2.1. Мониторинг атмосферного воздуха.
- 2.2 Мониторинг гидросферы.
- 2.3.Мониторинг земель (почв)
- 2.4. Мониторинг общего содержания атмосферного озона
- 2.5. Сейсмический мониторинг
- 2.6. Мониторинг физических явлений
- 2.7. Радиационный мониторинг
- 2.8. Комплексный экологический мониторинг
3. Биологический мониторинг
- 3.1. Мониторинг растительности
- 3.2. Мониторинг животного мира
4. Импактный мониторинг
- 4.1. Мониторинг чрезвычайных ситуаций
- 4.2. Локальный мониторинг

Сбор информации по сетям мониторинга осуществляется на основе единой системы нормативов в Министерстве природных ресурсов и окружающей среды. Эта информация используется Государственными органами для принятия решений. Она также доступна для граждан и общественных организаций Беларуси.

Природные ресурсы, их определение и классификация.

Природные ресурсы – объекты, условия или процессы, используемые для удовлетворения потребностей общества. Природные ресурсы можно подразделить в зависимости от объекта природы на почвенные, водные, лесные, энергетические, ресурсы недр и т.д. По возможности замены ресурсы подразделяются на **заменимые** (например, различные источники энергии) и **незаменимые** (кислород воздуха, чистая вода и т.д.). По характеру воздействия человека и способности к возобновлению ресурсы делятся на **исчерпаемые** (объемы их ограничены) и **неисчерпаемые** (вечные). Следует отметить, что такое деление условно.

Исчерпаемые ресурсы подразделяются на

- Невозобновимые: недра;
- Относительно возобновимые: почвы и др.
- Возобновимые: растения, животные, микроорганизмы.

Неисчерпаемые ресурсы делятся на

- Космические: солнечная радиация, энергия приливов и отливов;
- Водные: общие запасы воды в биосфере;
- Климатические: воздух, движение ветра, осадки.

Для сельского хозяйства особое значение имеют почвенные, водные, климатические ресурсы, ресурсы растений, животных и микроорганизмов, а также энергетические ресурсы. Последний фактор (ограниченные энергетические ресурсы) является одним из лимитирующих во всех видах деятельности человека, в том числе сельскохозяйственном производстве. Потребление больших запасов энергии, в особенности из невозобновимых ресурсов (нефть, уголь, торф,

природный газ) приводит также к загрязнению природной среды. В связи с этим поиск **альтернативных** возобновимых экологически безопасных источников энергии - важная задача для человеческого общества. К числу альтернативных источников энергии относятся энергия солнца (солнечные батареи), производство и использование биомассы, биогаза, использование энергии приливов и морских течений, геотермальных вод, энергии ветра, а также утилизация отходов.

Хозяйственная деятельность человека связана с потреблением ресурсов и загрязнением окружающей среды промышленными, сельскохозяйственными и коммунально-бытовыми отходами. Таким образом, человек, удовлетворяя свои потребности, сам ухудшает качество жизни. Б. Коммонер сформулировал четыре закона экологии, которыми желательно руководствоваться человеку в его отношениях с природой.

1. **Все связано со всем.** Изменения одного из компонентов биосистемы неизбежно вызывает нарушение ее равновесия, изменяя другие компоненты.
2. **Все должно куда-то деваться.** При возрастании потребления природных ресурсов увеличиваются и отходы, загрязняющие окружающую среду. Абсолютно безотходное производство невозможно, как невозможен вечный двигатель.
3. **Природа "знает" лучше.** Любое некомпетентное вмешательство человека в природную систему может принести ей ущерб.
4. **Ничто не дается даром.** Этот закон связан с законом развития природной системы за счет окружающей ее среды (любая природная система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды).

Поиск компромисса взаимоотношений человека с природой нашел свое выражение в концепции "устойчивого развития" (sustainable development), принятой мировым сообществом в 1992 году в Рио-де-Жанейро на уровне глав государств и правительств на Конференции ООН по окружающей среде и развитию.

Устойчивое развитие - это такое развитие, при котором удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения обеспечивается при сохранении подобной возможности для будущих поколений.

Эти решения легли в основу "Концепции национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь", принятой в 1996 году.

Экологические проблемы Республики Беларусь.

Наиболее актуальной экологической проблемой Беларуси является проблема радиоактивного загрязнения окружающей среды. Значительная часть территории республики (23% ее общей площади) с 3668 населенными пунктами загрязнена радионуклидами с плотностью загрязнения цезием –137 более 1 Ки/км². Радиоактивным цезием с плотностью более 1 Ки/км² загрязнено 1,6 млн. га сельскохозяйственных угодий и около 1,68 млн.га лесов (Государ-

ственный Доклад о состоянии окружающей среды в республике Беларусь, 1995г).

Одной из острых экологических проблем республики является также проблема загрязнения атмосферного воздуха в городах. Наиболее неблагоприятная ситуация отмечается в Могилеве, Новополоцке, Гомеле, Гродно, Витебске, Солигорске, Мозыре, Светлогорске, Бобруйске и Орше. Основными загрязнителями воздуха являются оксиды углерода, диоксиды серы, углеводороды, оксиды азота, а также высокотоксичные соединения свинца и бенз(а)пирена.

Не менее острой остается проблема загрязнения поверхностных и подземных вод. Наиболее загрязнены следующие реки: Свислочь (Минск), Западная Двина (Новополоцк, Верхнедвинск), Березина (Борисов, Бобруйск), Плисса (Жодино), Уза (Гомель), Припять (Мозырь).

Особую тревогу вызывает судьба малых рек республики. Проявляется тенденция роста концентраций минерального азота, фосфора, калия, хлора, сульфатов и других элементов, поступающих в речные воды с сельскохозяйственных угодий. Значительный ущерб санитарному состоянию малых рек и их рыбным запасам наносят сбросы загрязненных сточных вод промышленных предприятий и животноводческих комплексов, а также коммунальных сточных вод.

Ряд природоохранных проблем вызван крупномасштабной мелиорацией и освоением новых земель. Побочные следствия этих процессов - снижение уровня грунтовых вод в регионах, подвергшихся мелиорации, активизация процессов ветровой и водной эрозии, "сработка" торфяных почв в результате минерализации и эрозии на значительных территориях, качественное изменение растительного и животного мира. Актуальной для земледелия республики является проблема сохранения гумуса.

Одной из серьезных экологических проблем Беларуси является проблема утилизации, обезвреживания и захоронения промышленных и бытовых отходов, осадка сточных вод. Наиболее острая экологическая ситуация сложилась в зоне воздействия калийных производств в районе г.Солигорска, где ежегодно образуется более 10 млн.т твердых галитовых отходов и около 1 млн.м³ глинисто-солевых шламов. В этом районе актуальны задачи предотвращения просадочных явлений, заболачивания территорий, уменьшения интенсивности загрязнения поверхностных и подземных вод, воздушной среды и почв.

Сложившаяся экологическая ситуация в республике снижает качественный уровень жизни населения и ограничивает возможности развития экономики. Экологическая обстановка требует разработки средств контроля за состоянием окружающей среды и технологий, обеспечивающих снижение техногенных нагрузок.

Значение экологии.

Экология как научная и мировоззренческая дисциплина является основой для охраны природы. **Охрана природы** – система государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, охрану и восстановление природных ресурсов, на защиту окружаю-

щей среды от загрязнения для создания оптимальных условий существования человеческого общества. Природоохранные мероприятия включают сохранение биоразнообразия, охрану растительного и животного мира, природных экосистем и ландшафтов, земель и недр, воды и воздуха. Наиболее активно эта работа проводится на особо охраняемых территориях (заповедники, заказники, национальные парки и др.).

Важную роль экологические знания имеют для поддержания здоровья человека. Развитие **экологии человека** является научной основой для защиты цивилизации от вырождения. Загрязнение окружающей среды мутагенами (радионуклиды, пестициды, тяжелые металлы) вызывает мутации, которые могут передаваться последующим поколениям. Создающейся в результате мутационного процесса в популяции человека **генетический груз** вызывает тяжелые наследственные заболевания. Это особенно актуально для Беларуси, где 23% территории загрязнено радионуклидами после Чернобыльской аварии.

В областных городах Беларуси созданы медико-генетические центры для ранней диагностики, поскольку после Чернобыля в среднем число врожденных пороков развития увеличилось на 39%.

Экология переросла рамки биологической науки и стала обязательным **элементом международной политики**. Глобальные экологические проблемы (нарушение озонового экрана, кислотные дожди др.) побуждают политиков к поиску совместных решений. Этому служат международные экологические общественные, научные, политические организации. Экологические проблемы широко обсуждаются в ООН, ЮНЕСКО и других организациях, в парламентах всего мира укрепляется движение "зеленых". Особую экологическую опасность представляют войны, следствием которых являются не только человеческие и материальные жертвы, но и ухудшение природной среды в результате разрушения промышленных и военных объектов.

Приоритет общечеловеческих ценностей ставят экологию как одну из наиболее важных **мировоззренческих** дисциплин, как обязательный элемент сознания любого культурного человека. Поэтому обязательным в Беларуси является непрерывное экологическое образование и воспитание. Необходимо развитие экологического сознания, воспитания "экологической" личности. Человек, осознавший себя частью Вселенной, ощутивший свою неразрывную связь с природой, психологически готов к экологически целесообразной деятельности в любой сфере производства. Дефицит нравственности в отношениях человека с природой не может быть компенсирован никакими знаниями.

Экология является теоретической **основой рационального ведения сельского хозяйства**. Экологизация позволяет решить ряд современных проблем сельскохозяйственного производства: достижение высокой и стабильной продуктивности, энергосбережение, природоохранность, экологически безопасное качество.

Основой сельскохозяйственного производства являются агроэкосистемы – экосистемы, преобразованные человеком для удовлетворения потребности в продуктах питания. Главные компоненты агроэкосистем – культивируемые

растений или животные. Научной базой формирования агроэкосистем является **сельскохозяйственная экология**. Это наука, изучающая функции агроэкосистем, их взаимодействие с окружающей средой, принципы управления агроэкосистем человеком.

Таким образом, формирование современного специалиста сельского хозяйства невозможно без овладения экологическими знаниями.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение экологии.
2. Каковы основные методы экологии?
3. Назовите ученых-экологов, внесших наибольший вклад в развитие экологической науки.
4. Опишите уровни организации живых систем. В чем заключается принцип эмерджентности?
5. Определите задачи и виды мониторинга окружающей среды.
6. В чем заключается значение экологии?

1. ОСНОВЫ АУТЭКОЛОГИИ

1.1. СРЕДА И УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗМОВ

Основой всех видов жизнедеятельности является процесс обмена веществом, энергией и информацией, который идет между любой живой системой и окружающей ее средой обитания. Абсолютно изолированное саморазвитие невозможно. Это противоречило бы второму началу термодинамики, согласно которому любой процесс превращения энергии, а жизнедеятельность именно с этим связана, обязательно идет с потерей части энергии в виде тепла. В экологическом смысле **среда - это природные тела и явления, с которыми живая система находится в прямых или косвенных взаимоотношениях**. Среда складывается из огромного множества элементов самой разной природы. Среди них - физические тела и явления, химические вещества, различные организмы и в том числе человек.

Элементы среды могут быть необходимы, безразличны или вредны для живой системы. Совокупность необходимых элементов среды, без которых невозможно существование живой системы определяется в экологии как **условия существования**.

Элементы среды, необходимые или отрицательно действующие на живую систему называют **экологическими факторами**. Иначе говоря, экологический фактор - это любое существенное условие среды, на которое живое реагирует приспособительными реакциями. За пределами приспособительных возможностей лежат летальные величины факторов, которые приводят живое к гибели.

В свою очередь, из огромного разнообразия экологических факторов можно четко выделить три группы:

1) Абиотические факторы - это комплекс условий неорганической среды, прямо или косвенно влияющих на организм. Их, в свою очередь, можно подразделить на:

- химические (химический состав атмосферы, вод, почвы и тому подобное)
- физические (температура, давление, влажность, радиационный режим и т. д.)

2) Биотические факторы – совокупность влияния жизнедеятельности одних организмов на другие организмы, а также на среду их обитания. Так, культурное растение взаимодействует с почвенными микроорганизмами, патогенами, полезными и вредными насекомыми, сорняками и т. д.

3) Антропогенные факторы, под которыми понимается совокупность воздействий деятельности человека на живые системы. Производственная деятельность человека, связанная с использованием природных ресурсов, изменяет рельеф и климат планеты, состав природных экосистем, приводит к загрязнению природной среды отходами, изменяет круговорот веществ в природе. С ходом исторического времени значение антропогенных факторов постоянно возрастает.

Лимитирующий фактор – любой экологический фактор, количественные или качественные показатели которого как-либо ограничивают жизнедеятельность организма. Действие экологических факторов на живые системы объясняется рядом законов и принципов.

Закон равнозначности всех условий жизни: Все условия среды, необходимые для жизни, играют равнозначную роль. При этом "вес" (коэффициент действия) конкретного фактора в совокупном влиянии различен. То есть в данный момент времени успех (выживание, размножение и т.д.) живой системы в большей степени зависит от наиболее "весомых" факторов.

Ю. Либих в 1840 году задолго до появления экологии сформулировал положение, которое вошло в агрохимическую науку, а позже стало всеобщим биологическим законом под названием "**закон минимума**". Согласно ему, выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи экологических потребностей. Иначе говоря, жизненные возможности лимитируют экологические факторы, количество и качество которых близки к необходимому системе минимуму. Выживание определяется тем, чего острее всего не хватает. Этот закон дает возможность из всей совокупности экологических факторов выбрать важнейший и предсказывать состояние системы, исходя из доступности "минимального" фактора.

Для успешного применения закона Либиха на практике к нему нужно добавить два вспомогательных принципа:

1) закон "минимума" строго применим только в условиях равновесного состояния, когда приток и отток энергии и веществ в систему строго сбалансированы. Бурные изменения в системе скорее всего приведут к тому, что в скором времени лимитировать выживание будет какой-либо иной фактор

2) любое условие среды в некоторой степени может замещаться другим. Этот принцип, сформулированный В.В. Алехиным, известен как "правило замещения экологических условий". К примеру, доступность одного элемента питания может менять скорость потребления элемента, содержащегося в минимальном количестве. Аналогично, лимитирующее действие ряда макроклиматических факторов (от географического района (ландшафта) до планеты) может частично замещаться микроклиматическими. В этом случае, например, вечнозеленые растения, находящиеся в нижнем ярусе леса смогут вегетировать под защитой верхних ярусов.

Со временем оказалось, что лимитирующее действие может иметь не только недостаток фактора, как указывал Ю. Либих, но и его избыток. Диапазон между экологическим минимумом и максимумом называют "пределами толерантности" (пределом выносливости).

Способность живого воспринимать экологические факторы в определенных количественных пределах выработалась в процессе эволюции.

Представление о лимитирующем влиянии максимума введено В. Шелфордом в 1911 году, сформулировавшим "**закон толерантности**". **Толерантность** - способность организмов выносить отклонения значений факторов среды от оптимальных для них. Суть закона в том, что невозможность существования живой системы определяется теми факторами, значения которых приближаются к пределам толерантности. В основе толерантности организма лежит явление **гомеостаза**, способность поддерживать устойчивое (динамическое) равновесие в изменяющихся условиях среды.

Закон можно проиллюстрировать рисунком (рис.1), где наиболее благоприятная интенсивность экологического фактора характеризуется как оптимум фактора. Ему соответствуют наивысшие значения на шкале показателей выживания. За границами зоны нормальной жизнедеятельности располагаются две зоны **пессимума**, первая из которых связана с недостаточностью, а вторая – с переизбытком фактора. Кроме того, существует два значения фактора, которые приводят систему к гибели, а именно минимальная и максимальная летальные (смертельные) дозы воздействия.

Сформулирован ряд вспомогательных принципов, дополняющих закон толерантности:

1) Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий в отношении другого.

2) Организмы с более широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее широко распространены.

3) Если условия по одному фактору не оптимальны для вида, то может сузиться диапазон толерантности к другим экологическим факторам.

4) Пределы толерантности особей в период размножения уже, чем у неразмножающихся взрослых особей. Период размножения обычно является критическим.

Следует также иметь в виду, что оптимум по фактору неодинаков не только для разных видов, но и для разных стадий развития одного организма. Для каждого вида характерна и своя степень выносливости. В этой связи введено понятие экологической пластичности.

Экологическая пластичность - это свойство живой системы адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды. Экологически непластичные виды называют **стенобионтными** (stenos-узкий), более выносливые, с более широким диапазоном толерантности – **эврибионтными** (eugros-широкий).

Виды, длительное время развивающиеся в стабильных условиях, утрачивают экологическую пластичность и вырабатывают черты стенобионтности и наоборот. При этом стенобионты могут быть приспособлены как к низкому, так и к высокому значению интенсивности фактора. Минимум, оптимум и максимум у них сближены.

Закон Шелфорда помогает экологу предсказать выживание системы в зависимости от дозы одного, наиболее "весомого" фактора. Но для нормальной жизнедеятельности организма необходим комплекс условий среды. При попытке спрогнозировать живую систему (например, популяцию) в зависимости от множества факторов мы приходим к концепции экологической ниши. Наибольший вклад в ее разработку внес Д. Хатчинсон, согласно определению которого **экологической нишей** называется весь диапазон условий, при которых живет и воспроизводит себя организм. Экологическая ниша – положение, которое вид занимает в экосистеме, определенное его местообитанием, пищей, партнерами, врагами и т. д. Экологическая ниша включает химические, физические, биотические факторы, необходимые организму для существования в природе.

Необходимо иметь в виду, что экониша – это общая характеристика живой системы, а вовсе не конкретное местообитание, занятое ею. В местообитании встречаются представители множества популяций, экониши которых перекрываются. Например, лес как местообитание дает убежище огромному множеству популяций, среди которых и растения и животные и микроорганизмы. Ниши представителей одних и тех же видов в одном и том же местообитании часто различаются весьма заметно. Они могут также отличаться в онтогенезе. Например, экониши гусеницы и бабочки одного и того же вида не совпадают. С другой стороны, экониши различных видов могут быть близки, что вызывает конкуренцию между видами за ресурсы, например, конкуренция культурных растений и сорняков за свет, влагу, питательные вещества связана с совпадением их экониш.

По аналогии с выделением в диапазоне толерантности зоны нормальной жизнедеятельности и зоны пессимума для экологической ниши введены следующие понятия:

Фундаментальная ниша - учитывает максимальные пределы толерантности. Следовательно, определение, данное ранее, относится именно к фундаментальной нише, куда включены и пессимальные зоны факторов.

Реализованная ниша - комплекс условий, в которых возможно устойчивое существование. Фактически это сочетание всех зон нормальной жизнедеятельности ко всем факторам. Реализованная ниша всегда меньше фундаментальной.

Изучение экониш, проведенное для различных сортов культурных растений, для диких популяций дает работнику сельскохозяйственного производства важнейшие знания, столь необходимые в практике. В частности, мы получим информацию о совокупности оптимальных условий для возделывания, о целесообразности внедрения чуждых, но в принципе полезных человеку видов в местные природные комплексы. Интродукция без учета экологической информации имеет очень высокую вероятность оказаться безуспешной. Один из самых ярких примеров такой активности - принудительная попытка районирования кукурузы на обширной территории бывшей СССР.

Существует **правило обязательности заполнения экологических ниш**, согласно которому пустующая экологическая ниша всегда бывает естественно заполнена. Следовательно, если полная экологическая характеристика популяции (экониша), которая фактически описывает ее роль в экосистеме, позволяет занять то или иное местообитание, то оно рано или поздно, но обязательно будет занято. Если место сельскохозяйственного вредителя в экосистеме освобождается, например, после применения химических средств защиты растений, то он неизбежно снова вернется после разложения препарата. В случае накопления в среде стойких токсических продуктов мы вправе прогнозировать, что форма, способная выработать приспособительные особенности к этому продукту, заселит территорию и начнет выполнять регулирующие функции в полном соответствии со своей эконишей. В этой связи применение пестицидов в надежде на полное и окончательное истребление вредителей, болезней и сорной растительности можно считать тупиковой идеей, вступающей в противоречие с уже описанным законом природы.

Контрольные вопросы к разделу 1.1.

1. Дайте классификацию экологических факторов. В чем заключается закон равнозначности всех условий жизни?
2. Определите закон минимума. Поясните примером из сельскохозяйственной практики.
3. Объясните на основе правила В.В.Алехина, может ли один фактор частично замещаться другим.
4. Дайте определение закона толерантности и вспомогательных принципов, дополняющих его. Какое значение имеет закон толерантности для ведения сельского хозяйства?
5. Что такое экологическая пластичность?
6. Дайте определение экологической ниши.

1. 2. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

Особи любого биологического вида практически всегда существуют не изолированно друг от друга, а какими-либо организованными совокупностями. **Популяция** – совокупность особей одного вида, занимающая определенное пространство и способная в течение большого числа поколений поддерживать свое существование. Примерами популяции являются березы в роще среди полей, стадо овец, поле пшеницы и др. Каждая популяция может быть охарактеризована демографическими показателями: численностью, плотностью, рождаемостью, смертностью и др.

Численность популяции – число особей на данной территории или в данном объеме. **Плотность популяции** – число особей или их биомасса на единицу площади или объема жизненного пространства (например, 500 берез на 1 га, 100 дождевых червей в 1 м³ почвы). Плотность популяции бывает средняя (на единицу всего пространства) и экологическая (на единицу обитаемого пространства). Смысл такого деления рассмотрим на примере летней жары, когда мелеют водоемы. При этом средняя плотность рыбы уменьшается (число рыб на 1 км² поверхности), но экологическая растёт (число рыб на 1 км² сохранившейся водной поверхности). На плотность в свою очередь очень сильно влияет рождаемость.

Рождаемость - это способность популяции к увеличению численности (при анализе популяций человека используется тот же термин).

Максимальная рождаемость - теоретический максимум скорости появления новых особей (реализуется, когда отсутствуют лимитирующие экологические факторы и размножение сдерживается только физиологическими).

Экологическая рождаемость - увеличение численности в фактических условиях среды. Обычно ее выражают либо в абсолютных значениях (число появившихся особей / время), либо в относительных (то же, но отнесенное на 1 особь в популяции). Пример: птицы отложили 510 яиц. Это значение можно принять за максимальную рождаемость. Оперилось всего 265 птенцов. Экологическая рождаемость составила 52 % от максимальной.

Следующая характеристика, влияющая на плотность - **смертность**. Она отражает гибель особей в популяции. Выразить ее можно также в абсолютных или в удельных единицах.

Минимальная смертность - гибель особей в идеальных условиях (когда популяция не подвергается лимитирующим воздействиям)

Экологическая смертность - гибель особей в данных условиях среды. Величина ее зависит от условий среды и свойств самой популяции.

Такое подразделение оправдано, так как даже в самых лучших условиях особи будут умирать от старости и этот возраст определяется физиологической продолжительностью жизни.

Зачастую интерес представляет не значение смертности, а выживаемость. Если число погибших особей выразим через M , то выживаемость будет равна $1-M$.

Рождаемость и смертность широко варьируют с возрастом у различных видов. Представив на графике выживаемость тысячи новорожденных особей в

зависимости от стадии жизненного цикла (процента продолжительности жизни), можно построить кривые выживания, которые дают возможность с достаточной степенью точности предсказывать будущее популяции. Возможные следующие варианты таких кривых (рис. 2).

- Выпуклая кривая, описывающая популяцию, у которой максимальная смертность приходится на конец жизни, как и у человека;
- Вогнутая кривая, характерная для видов с высокой смертностью молодежи;
- Равномерно убывающая кривая, свойственная популяциям с практически равной смертностью всех возрастов;
- Ступенчатая кривая. У таких видов обычно имеется несколько резко различающихся стадий в жизненном цикле и смертность резко растет при переходе от одной стадии к другой.

Еще одной важной характеристикой популяции является ее возрастная структура. В любой популяции возможно выделить три экологических возраста:

- 1) **Пререпродуктивный** – возраст особей, еще не способных к размножению.
- 2) **Репродуктивный**, который собственно и определяет рождаемость.
- 3) **Пострепродуктивный** – возраст особей, уже не способных размножаться.

Для популяции человека по продолжительности три экологических возраста примерно равны, у многих насекомых пострепродуктивный возраст практически отсутствует.

Соотношение рождаемости и смертности в популяции определяет динамику ее численности и плотности. Если рождаемость преобладает над смертностью, численность популяции растет (**растущая популяция**). Если смертность превышает рождаемость, такая популяция называется **сокращающейся**. Если рождаемость уравнивается смертностью и численность популяции не изменяется, популяция называется **стабильной**. В реальных условиях происходят колебания численности и плотности популяции около стабильных величин в результате взаимодействия популяции с условиями среды.

Рост популяции во времени зависит от ряда факторов: исходной численности, способности к размножению (скорость роста), наличия или отсутствия лимитирующих рост факторов среды. Различают два типа роста популяции: **экспоненциальный** – в оптимальных условиях среды и **логистический** – при проявлении лимитирующих факторов. Экспоненциальный рост можно описать уравнением (рис. 3)

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

где N_t — численность популяции в момент времени t ;

N_0 — численность популяции в начальный момент t_0 ;

e — основание натуральных логарифмов (2,7182);

r — биотический потенциал, характеризующий скорость роста популяции.

В дифференциальной форме это уравнение можно записать следующим образом

$$\frac{dN}{dt} = rN,$$

где dN – прирост численности популяции за отрезок времени dt .

Как правило, экспоненциальный рост численности возможен непродолжительное время. Однако в реальных условиях ресурсы среды ограничены, при увеличении численности и плотности популяции усиливается конкуренция за ресурсы и происходит замедление роста. Численность популяции приближается к предельно возможной для этих условий величине емкости среды K . **Емкость среды** – степень способности природного окружения обеспечивать нормальную жизнедеятельность определенному числу организмов без заметного нарушения самого окружения (Реймерс, 1990). Логистический тип роста может быть описан следующими уравнениями

$$Nt = N_0 e^{r\left(\frac{K-N}{K}\right)} \text{ или } \frac{dN}{dt} = rN\left(\frac{K-N}{K}\right)$$

Из уравнений очевидно, что при приближении N к K выражение $\left(\frac{K-N}{K}\right)$ стремится к 0 и прирост популяции не наблюдается.

После достижения равновесия со средой плотность не остаётся одинаковой, а колеблется в зависимости от характера среды. В соответствии с этим различают r -виды (r -стратегии) и K -виды (K -стратегии). Колебания их плотности отображает рисунок 4.

В нестабильной среде, где возможны частые вымирания, более выигрышной становится стратегия, когда особи размножаются практически на пределе своих биологических возможностей, т.е. на уровне биотического потенциала r . Напротив, в стабильной среде выгоднее иметь меньшее количество потомков, но более конкурентноспособных. В таких условиях плотность популяции будет без сильных отклонений колебаться около ёмкости среды обитания, т.е. около уровня K .

В принципе, колебания численности популяций могут быть нерегулярными, которые вызываются главным образом средой и регулярными. Регулярные, в свою очередь могут быть связаны либо с сезонными изменениями климата, либо с процессами, механизмы которых лежат главным образом внутри самой популяции. Такие циклы, "волны жизни" могут иметь периодичность в десятки лет. К примеру, с 1695 по 1895 вспышки численности саранчи регистрируются в среднем каждые 40 лет. Обнаружив у популяции колебания такого рода, эколог может создать весьма достоверный прогноз её будущего.

Существенным фактором, регулирующим плотность популяции может служить скопление (**агрегация**) особей. Возможны три варианта распределения особей в пространстве:

1) **случайное**, как у мучного хрущака в изобильной среде, какой является мешок муки;

2) **равномерное**, как у деревьев в лесу, жёстко конкурирующих за солнечный свет;

3) **групповое** (стая птиц).

Кроме неоднородности среды обитания особи собираются в группы из-за сезонных изменений климата (перелётные птицы), для процессов размножения (тигры), для охоты (волки). Агрегация усиливает конкуренцию между особями, но это перекрывается преимуществами от объединения и способствует выживанию группы в целом. В этой связи следует учитывать, что сама плотность может выступать в роли лимитирующего фактора.

Принцип скопления (агрегации) особей был сформулирован в 1931 году В. Олли следующим образом: степень агрегации (как и плотность), при которой наблюдается оптимальный рост и выживание популяции. Варьирует в зависимости от вида и условий.

Биологические виды различаются по оптимальному количеству особей в группе. Так, стадо слонов должно включать по меньшей мере 25 особей, а северных оленей – 300-400 особей.

Подводя итоги, можно сказать, что популяция, как живая система способна к саморегуляции. Она имеет тенденцию к максимальной рождаемости, но приходит к состоянию временного равновесия с окружающей средой через влияние различных лимитирующих её плотность факторов.

Контрольные вопросы к разделу 1.2.

1. Что такое популяция? Приведите примеры популяций.
2. Какие показатели характеризуют популяцию (численность и плотность, рождаемость и смертность)?
3. Опишите возрастную структуру популяции. Как связана возрастная структура со способностью популяции к размножению?
4. От чего зависит рост численности и плотности популяции?
5. Что такое биотический потенциал и емкость среды?
6. Какие стратегии выживания видов существуют в природе?
7. В чем заключается принцип агрегации?

1.3. ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ И ЭКОСИСТЕМ.

Популяции растений, животных и микроорганизмов, обитающих в определенной среде и взаимодействующих между собой, образуют **сообщества** или **биоценозы**. Этот термин был предложен в 1877г. немецким зоологом К. Мебиусом. Биоценозы функционируют в определенных условиях среды, совокупность которых называется **биотопом**. Биоценоз и биотоп образуют взаимосвязанное единство – **биогеоценоз**. Таким образом, **биогеоценоз** – природная система взаимосвязанных живых организмов и окружающей их абиотической среды. Учение о биогеоценозе было разработано В.Н. Сукачевым. Понятие "**биогеоценоз**" тождественно понятию "**экосистема**", предложенному А. Тенсли.

Условно биоценоз можно расчленить на отдельные компоненты: **фитоценоз** – растения, **зооценоз** – животные, **микробоценоз** – микроорганизмы. Эти компоненты взаимодействуют между собой, прямо или косвенно воздействуя друг на друга и образуя единую систему. Типы биотических взаимоотношений между видами можно свести в следующую таблицу (табл. 2.), где знаки означают характер действия одного вида на другой: (+) – положительное; (0) – нейтральное; (-) – отрицательное действие.

Таблица 2.

Типы биотических отношений.

| Тип отношений | Вид | |
|-----------------|-----|---|
| | 1 | 2 |
| Нейтрализм | 0 | 0 |
| Конкуренция | — | — |
| Аменсализм | 0 | — |
| Хищничество | + | — |
| Паразитизм | + | — |
| Комменсализм | + | 0 |
| Протокооперация | + | + |
| Мутуализм | + | + |

При **нейтрализме** популяции взаимодействующих видов не влияют одна на другую.

Конкуренция – межвидовые взаимоотношения, при которых популяции в борьбе за пищу, местообитание и другие, необходимые для жизни условия, воздействуют друг на друга отрицательно. Примерами могут служить конкуренция культурных растений и сорняков за свет, влагу и питательные вещества. Конкуренция возможна и между особями популяции (внутривидовая). Так, при загущенном посеве растения вытягиваются, что может привести к полеганию.

Хищничество – форма межвидовых взаимоотношений, при которой особи одного вида питаются особями другого. Между ними обычно устанавливается взаимосвязь "хищник - жертва", в результате которой эволюционно выигрывают оба. В процессе естественного отбора в обеих популяциях выживают наиболее здоровые и приспособленные к условиям среды особи. Например, щуки стимулируют продуктивность карпов. Взаимоотношения "хищник – жертва" обычно приводят к регулярным циклическим колебаниям численности обоих видов.

Паразитизм – межвидовые взаимоотношения, при которых один вид (**паразит**) живет за счет другого (**хозяин**), поселяясь внутри или на поверхности его тела. В качестве хозяина обычно выступают растения или животные, в качестве паразита – вирусы, бактерии, грибы.

Аменсализм – форма биотического взаимодействия, при которой один вид причиняет вред другому, не получая при этом для себя ощутимой пользы.

Примером может служить подавление древесными растениями развития травянистых растений под их кронами.

Комменсализм – взаимоотношения на базе пищевых связей, при которых один из видов извлекает выгоду, а для другого связь безразлична. Такой тип взаимоотношений весьма распространен в животном мире (к примеру, песцы, доедающие остатки пищи белых медведей).

Прокооперация – форма связей между видами, при которой совместное существование выгодно для обеих видов, но не обязательно для них. Пример: распространение семян растений животными.

Мутуализм или симбиоз – обоюдовыгодное сожительство двух видов. Тип взаимоотношений, распространенный в растительном и животном мире. Например, муравьи, защищающие тлей от врагов и живущие за счет их выделений; фиксация азота из воздуха клубеньковыми бактериями на корнях бобовых растений и др.

Аллелопатия – влияние совместно проживающих организмов разных видов друг на друга посредством выделения продуктов жизнедеятельности. Встречается у высших растений, бактерий, грибов, лишайников и др. Аллелопатические вещества, вероятно, возникли как защита от вредных организмов. Примером могут служить растения, выделяющие фитонциды (хрен, чеснок и др.) и действующие на отдельные патогены. Взаимное действие организмов в случае аллелопатии может проявляться в виде конкуренции (- -), аменсализма (0 -), протокооперации (+ +) и др. Примером протокооперации может быть опыление пчелами цветков различных растений. Аллелопатические взаимодействия необходимо учитывать в смешанных посевах.

Американский эколог Ю.Одум отмечает, что на начальных этапах развития сообщества или в нарушенных природных условиях чаще проявляются отрицательные взаимодействия (конкуренция, аменсализм), а в процессе развития сообщества при взаимной "притирке" его компонентов отрицательные связи сменяются положительными (мутуализм, протокооперация), повышающими выживание взаимодействующих видов.

Сложную ситуацию, когда в биоценозе имеется несколько хищников (в широком смысле можно использовать термин "потребитель"), претендующих на одну популяцию жертвы ("корм"), можно прогнозировать, используя **принцип "конкурентного исключения"**, сформулированный русским биологом Г.Ф. Гаузе в 1932 г. Согласно этому принципу, два вида не могут существовать в одной и той же местности, если их экологические потребности идентичны. Одинаковые экологические потребности обязательно ведут к разобщению видов в пространстве или во времени. К примеру, они начинают жить в разных ярусах леса, вести ночной или дневной, но отличный от конкурента образ жизни. Напротив, если сходные виды обитают рядом, можно сделать прогноз о том, что их места добывания корма или сам вид корма различаются. Если же возможности разобщения, т.е. выработки новой экологической ниши, ограничены, вид исчезает.

Каждый биоценоз характеризуется определенной видовой и пространственной структурой. **Под видовой структурой сообщества** понимается соотношение видов, а также количество особей каждого вида. Виды, преобладающие в биоценозе, называются **доминирующими** или **доминантными**, а виды, живущие за счет доминантных – **предоминантными**. Как правило, доминирующие виды являются видами – **эдификаторами**, то есть видами, создающими условия для существования других видов. Чаще всего в качестве таких видов выступают растения. Вокруг видов-эдификаторов формируется группа видов, обитающих в экологических нишах, создаваемых при участии эдификатора. Для культурного растения в такую группу будут входить микроорганизмы и животные почвы, полезные и вредные насекомые, патогены и др. Такие группы популяций организмов, жизнедеятельность которых в пределах биогеоценоза связана с видом – эдификатором, называются **консорциями**. Консорции являются структурными единицами биогеоценозов.

Пространственная структура биоценозов характеризует их разнородное строение в зависимости от положения в пространстве. Явление вертикального расслоения биоценозов на разновысокие структурные части называется **ярусностью**. Примером ярусного расположения видов в биоценозе является лесное сообщество, где каждый вид растения, различаясь по высоте, занимает определенный ярус. Ярусность наблюдается и в почве в связи с различием растений в строении корневой системы и разнообразием почвенных условий на разной глубине. Каждый ярус отличается составом обитающих животных и микроорганизмов. Благодаря ярусности биоценоз более эффективно использует ресурсы среды, ослабляя при этом конкуренцию и увеличивая количество экологических ниш для различных организмов.

Чем больше в биоценозе видов, регулирующих друг друга, т.е. чем выше разнообразие, тем выше **стабильность** биоценоза. Со времени возникновения сельского хозяйства человек для собственных нужд использует главным образом системы, представленные только одним видом, т.е. максимально экологически неустойчивые. Именно поэтому агроэкосистемы, созданные человеком для удовлетворения потребностей в продуктах питания на основе культивируемого вида растения или животного, экологически нестабильны.

Стабильность биоценозов может быть нарушена, если эта система испытала сильный стресс, например, в случае лесного пожара или проводившихся в недалёком прошлом в Республике Беларусь экологически нерациональных мелиоративных преобразований природы.

Ещё одна возможная угроза равновесию экосистемы – проникновение в нее новых видов, для которых ограничены возможности регуляции со стороны естественных врагов. Примеры подобных экологических взрывов многочисленны. В разное время в разных регионах планеты настоящие биологические катастрофы совершались из-за экспоненциального размножения в новом месте популяций кроликов, опустошивших Австралию, кактуса опунции, за ограничение численности которого бабочке кактусовой огневке поставлен памятник

в австралийской провинции Квинсленд, колорадского жука, водяного гиацинта, виноградной тли филлоксеры, кукурузного мотылька и многих других.

Экосистема представляет собой непрерывно обновляющееся при смене поколений и меняющее среду обитания сообщество, живущее за счёт притока энергии и круговорота веществ, организуемого самим сообществом. Экосистема как всякое живое может существовать только в процессе движения через неё вещества, энергии и информации. Её живые составляющие подразделяются на три группы:

- **продуценты** – автотрофные организмы, создающие с помощью фотосинтеза (растения, водоросли, некоторые бактерии) или хемосинтеза (ряд бактерий) органические вещества из неорганических. Основные продуценты в водных и наземных экосистемах – зеленые растения;

- **консументы** – гетеротрофные организмы, питающиеся органическим веществом, накопленным продуцентами (все животные, часть микроорганизмов, паразитические и насекомоядные растения). Различают консументы первого порядка (питающиеся растительной пищей), второго, третьего и т.д. порядков (питающиеся животной пищей);

- **редуценты** – гетеротрофные организмы, питающиеся мертвым органическим веществом растений и животных и подвергающие его минерализации, пригодные для использования продуцентами. К редуцентам относятся главным образом бактерии и грибы, а также некоторые животные (например, дождевые черви).

Превращения энергии в экосистеме происходят согласно первому и второму началам термодинамики. В соответствии с ними энергия не появляется и не исчезает, а только переходит из одного вида в другой. При этих превращениях большая часть энергии рассеивается в окружающей среде в виде тепла. Количество энергии в экосистеме, недоступной для использования, называется **энтропией**. Энтропия является мерой неупорядоченности экосистемы. Чем больше показатель энтропии, тем меньше устойчива экосистема во времени и в пространстве.

Организмы, входящие в экосистемы, связаны между собой и оказывают друг на друга взаимные воздействия. Одна из форм таких связей – передача **информации** – энергетически слабого воздействия, воспринимаемого организмом как закодированное сообщение о возможности многократно более мощных влияний со стороны других организмов или факторов внешней среды и вызывающего ответную реакцию. Так, например, растения реагируют на сокращение длины дня переходом в состояние покоя (явление фотопериодизма), готовясь переносить неблагоприятные условия перезимовки.

Наилучшими шансами на самоподдержание и саморазвитие обладают экосистемы с максимальным поступлением, запасанием и эффективным использованием энергии и информации. Вместе с тем они достигают высокой внутренней упорядоченности всех своих элементов, состояния с низкой энтропией. Устойчивые системы адекватно отвечают на внешние воздействия, а неустойчивые системы сильно реагируют на относительно слабые влияния.

Всё живое, потребляя энергию, производит органическое вещество, т.е. создаёт **биологическую продукцию**. Сравнение по этому признаку необходимо проводить за какой-либо промежуток времени, например за год или вегетационный период, т.е. фактически **первичная продуктивность экосистемы** – это скорость запасаения лучистой энергии продуцентами, **вторичная** – скорость накопления энергии на уровне консументов и т.д.

Передача энергии в экосистемах происходит при потреблении питательных веществ одних организмов другими. Таким образом, можно определить, что **пищевая цепь** - это перенос энергии пищи от продуцентов через ряд организмов, в котором предыдущее звено служит пищей для следующего. Цепи могут иметь различную длину, но обычно содержат от 2 до 5 звеньев. Пищевые (трофические) цепи тесно переплетаются, образуя **трофическую сеть**. Для обозначения того или иного звена цепи используют термин "**трофический уровень**". Первый трофический уровень занимают продуценты, второй и последующие – консументы и редуценты.

Учитывая, что при переходе на новые уровни пищевой цепи теряется большая часть энергии, можно сделать заключение о том, что чем длиннее цепь, тем меньшее количество консументов сможет существовать при определенном выходе первичной продукции.

Если изобразить пищевую цепь, одновременно показав графически численность организмов на каждом трофическом уровне, получится диаграмма, обычно называемая экологической пирамидой. Аналогично можно построить пирамиду биомассы и энергии.

Передача энергии с одного трофического уровня на другой подчиняется **закону пирамиды энергий (правило 10% Линдемана)** – с одного трофического уровня экологической пирамиды на другой ее уровень переходит в среднем не более 10% энергии.

Эффективность использования энергии, а, следовательно, выживания связана также с размерами и сложностью системы. Более крупная экосистема имеет больше шансов на выживание, что отражает **закон обеднения разнообразия в островных сгущениях (закон Хильми)**, согласно которому система, существующая в среде с более низким уровнем организации, чем уровень самой системы, обречена на постепенную деградацию. Это положение необходимо учитывать при создании охраняемых природных территорий. Островок природы, оставленный для гнездовой водоплавающих птиц среди земель, прошедших осушительную мелиорацию, скорее всего не выполнит своей функции.

Экосистема в принципе способна существовать неопределенно долгий промежуток времени, в течение которого происходят закономерные изменения ее живого и неживого (абиотического) компонента. В процессе жизнедеятельности популяции, занявшие подходящий для них субстрат, постепенно преобразуют его. Растения-продуценты запасают органическое вещество, которое служит источником энергии для всех остальных участников биотического круговорота. В ходе этого увеличивается количество гумуса в почве, растет ее оструктуренность. Рыхлая комковатость обеспечивает оптимальное для бо-

лее совершенных форм соотношение воды и воздуха в почве. Появляются новые продуценты, которые дают возможность существовать на более высоком уровне биологической продукции новым видам консументов. При этом изменяется и состав микроорганизмов. Идущий таким образом динамический процесс называется сукцессией.

Сукцессия – последовательная смена экосистем, преемственно возникающих на одной и той же территории под влиянием природных факторов или воздействия человека. Сукцессионные изменения в экосистемах могут происходить как результат саморазвития экосистемы, а также под влиянием антрополического фактора. Примером сукцессии как саморазвития экосистемы может служить естественное образование леса на пахотных землях, где прекращена сельскохозяйственная деятельность.

Деятельность человека также может приводить к сукцессионным изменениям: изменение флоры и фауны Полесья в результате мелиорации, зарастание (эвтрофирование) водоемов при попадании в них азотных и фосфорных удобрений и др.

Каждая предыдущая стадия в серии сообществ готовит условия для наступления последующей. Стадии могут следовать лишь в эволюционно закрепленном порядке, обычно от менее к более биологически продуктивной, а следовательно, более устойчивой к внешним воздействиям. Саморазвитие постепенно приводит серию сменяющихся сообществ к **климаксной стадии**, в которой экосистема может находиться неопределенно долгий промежуток времени. В этом состоянии достигается максимальное равновесие всех ее внутренних элементов и равновесие с внешней средой, когда приход и расход энергии и вещества в систему сбалансированы, степень энтропии в экосистеме минимальна. На первых стадиях сукцессии экосистема стремится к максимальным приростам биомассы. В этом случае приход энергии в систему превосходит расход. В фазу климакса приросты минимальны, но максимальна поддерживаемая в сообществе биомасса. Подобно этому на начальных и средних стадиях разнообразие стремится к максимуму, достигая его в климаксе. Чем он ближе, тем медленнее сменяются стадии развития экосистемы. При этом сукцессия сопровождается постепенным увеличением замкнутости круговоротов веществ.

Если искусственно созданное человеком сообщество за счет дополнительных вложений энергии приобретает временную стабильность, то в экологии такое состояние определяют термином **дисклимакса**. В таком состоянии находятся агроэкосистемы, регулируемые человеком.

Контрольные вопросы к разделу 1.3.

1. Дайте определение биоценозу. Каковы компоненты биоценоза?
2. Что такое экосистема?
3. Какие типы биотических отношений вы знаете? Приведите примеры каждого типа отношений.
4. Раскройте особенности видовой и пространственной структуры биоценозов. Что такое пищевая цепь?

5. Дайте определение продуцентов, консументов и редуцентов. В чем сущность закона пирамиды энергии?
6. Что такое сукцессия? Чем характерна климаксовая стадия развития экосистемы?

1.4. УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ.

Термин "биосфера" впервые был применен австрийским геологом Э. Зюссом в 1875г. Учение о биосфере было создано выдающимся русским ученым В.И. Вернадским. В.И. Вернадский назвал биосферой оболочку Земли, в формировании которой живые организмы играли и играют основную роль.

Предпосылки появления биосферы на нашей планете сложились в ходе длительного процесса саморазвития вещества Вселенной. Развивающееся со времени образования Вселенной вещество в ходе своего усложнения около 5 млрд. лет назад стало живым, способным самовоспроизводиться.

Понятие "живое вещество" было введено в науку В.И. Вернадским, который первым отказался от рассмотрения животных, растений или микроорганизмов отдельно по видам или более крупным систематическим группам, а увидел их всех в единстве. После этого были даны ответы на вопросы об особенностях происхождения, развития, роли живого вещества планеты и его будущем.

В.И. Вернадский дал следующую классификацию веществ в биосфере:

1. Живое вещество – растения, животные, микроорганизмы;
2. Биогенное вещество – продукты жизнедеятельности живых организмов – осадочные породы органического происхождения (уголь, нефть, торф, мел, известняк);
3. Биокосное вещество – вещество, созданное совместно живыми организмами и косной средой (почва, природная вода);
4. Косное вещество – вещество, в образовании которого живое вещество не участвовало (горные породы).

В.И. Вернадский открыл ряд общих закономерностей развития биосферы, которые в настоящее время рассматривают как законы:

1. **Закон биогенной миграции атомов** – миграция химических элементов в биосфере происходит при прямом или косвенном участии живого вещества.
2. **Закон константности** – количество живого вещества на планете в определенный геологический период постоянно. Из него вытекает правило обязательного заполнения экологических ниш.
3. **Закон физико-химического единства живого** – все живое на земле физико-химически едино. Отсюда следует, что вещества (например, пестициды), токсичные при определенных концентрациях для одних организмов (сорняки), могут быть вредны и для других (млекопитающие, человек).

4. **Закон максимума биогенной энергии** – любая биологическая система в процессе развития увеличивает свое воздействие на окружающую среду.

Однажды образовавшись, живое на нашей планете прошло длительный путь эволюционных преобразований. Рассматривая их, можно отметить следующие закономерности развития живого вещества:

1. Направленность эволюции в сторону все большего усложнения, которая характерна не только для эры жизни, но и отмечалась в течение всего времени существования Вселенной. У В.И. Вернадского в книге "Химическое строение биосферы Земли и ее окружение" этот вывод представлен следующим образом: "В эволюционном процессе мы имеем в ходе геологического времени направленность". А значит, появление жизни предопределено там, где для этого есть условия, а живое – это просто новый тип вещества.

2. Необратимость эволюции. Согласно этому, ни один вид не может в своем развитии вернуться к состоянию, уже осуществленному в ряду его предков. Существуют эволюционно консервативные виды, своего рода "живые ископаемые", практически остановившиеся в развитии (например, гинкго двулопастный, кистеперая рыба латимерия и другие), но и они подчиняются общей закономерности.

3. Эволюция разных биологических видов протекала с разной скоростью.

4. С ходом исторического времени в целом растут темпы эволюционных преобразований.

5. Результатом эволюции животного мира является неуклонное усложнение нервной системы и, в частности, головного мозга.

Различают следующие основные функции живого вещества:

1. **Энергетическая функция.** В процессе фотосинтеза происходит накопление энергии Солнца в органическом веществе растений, а затем – дальнейшее распределение этой энергии между отдельными компонентами экосистемы.

2. **Газовая функция.** Живое вещество в процессе жизнедеятельности участвует в образовании основных газов атмосферы (азота, кислорода, углекислого газа, сероводорода и других), в результате чего поддерживается ее газовый состав.

3. **Концентрационная функция.** Живые организмы способны извлекать из косного вещества и концентрировать в себе атомы легких элементов (водорода, углерода, кислорода, азота, натрия, магния, серы, фосфора, кальция и др.). Качественное отличие живого вещества от неживого заключается в различном химическом составе. Живое вещество легче неживого.

4. **Окислительно-восстановительная функция.** Живое вещество химически активно и участвует в химическом превращении веществ, атомы которых имеют переменную степень окисления (окислительно-восстановительных реакциях с участием железа, марганца и др.).

5. **Деструкционная (биохимическая) функция.** В процессе размножения организмов после их смерти и взаимодействия продуктов распада с косным веществом образуется биогенное и биокосное вещество.
6. **Биогеохимическая функция** связана с деятельностью человека. Усиление воздействия антрополического фактора на биосферу в результате деятельности промышленности, сельского хозяйства, транспорта, преобразования ландшафта, добычи и потребления полезных ископаемых привело к тому, что среди живых организмов человек стал наиболее активным фактором изменения направленности геохимических процессов.

Живое вещество распространено на Земле в пределах трех сред – атмосферы, гидросферы и литосферы.

Атмосфера – газообразная оболочка Земли, состоящая из смеси различных газов, водяного пара и пыли. Общая масса – $5,9 \cdot 10^{15}$ т. Современный состав атмосферы – результат длительных эволюционных процессов в недрах Земли и на ее поверхности при активном участии живых организмов. Верхняя граница распространения жизни в атмосфере определяется озоновым экраном, расположенным на высоте 20-25 км и поглощающим губительные для живых организмов ультрафиолетовые лучи.

В воздушной среде значительную часть своей жизни проводят птицы и насекомые. В воздухе в определенные периоды жизни находятся семена некоторых растений, бактерии, споры грибов и др. Споры могут подниматься до высоты 22 км, птицы – до 7 км.

Литосфера – твердая оболочка планеты, включающая земную кору и верхнюю мантию Земли. Жизнь в литосфере концентрируется главным образом в поверхностном слое земной коры – почве. Почва представляет собой биокосное тело, состоящее из живых и косных тел и продуктов их взаимодействия. В распространении почв проявляется зональность, выявленная русским ученым В.В. Докучаевым. Каждому типу почв соответствуют определенные виды растений, животных и микроорганизмов. Живые организмы в литосфере распространены на небольшой глубине (до 10-12 м), однако отдельные бактерии встречаются в нефтяных водах на глубине 1700 м.

Гидросфера – совокупность всех вод Земли – материковых, океанических, атмосферных. Общая масса воды оценивается как $1,38 \cdot 10^{18}$ тонн. Жизнь в гидросфере распространена повсеместно до глубины 10000 м. Организмы, обитающие в воде, называются гидробионтами.

В пределах биосферы выделяется **биогеосфера** (слой сгущения жизни, пленка жизни), где сконцентрировано живое вещество планеты. Она располагается на границе поверхностного слоя земной коры с атмосферой и в верхней части гидросферы.

Биологический круговорот в биосфере. На Земле происходит постоянная циркуляция всех веществ, основой которой является энергия Солнца. Возникает **круговорот веществ** – непрерывный циклический процесс перераспреде-

ния химических веществ в биосфере. Различают два круговорота веществ – геологический или большой и биологический или малый.

Геологический круговорот проявляется в круговороте воды и циркуляции атмосферы, на что уходит около половины энергии Солнца, падающей на Землю. Круговорот воды в биосфере основан на том, что вода испаряется с поверхности океана в большей степени, чем выпадает с осадками. На суше выпадение осадков преобладает над испарением. Выпавшие осадки подпитывают водоемы и реки, стекающие в океаны. При этом формируется климат и происходит процесс выветривания горных пород. Геологический круговорот проявляется на протяжении всего геологического развития Земли.

Биологический круговорот – явление непрерывного циклического перераспределения вещества, энергии и информации в пределах экологических систем в биосфере. При этом в биосфере происходят частичные потери вещества, информации (после гибели видов) и энергии, поскольку поток энергии направляется от растений-продуцентов через консументы к редуцентам с последующим выносом в околоземное пространство.

Суть биологического круговорота заключается в протекании двух противоположных, но взаимосвязанных процессов – синтезе органического вещества и его разрушении.

Частью биологического круговорота является **биогеохимический круговорот (цикл)** – круговорот химических веществ из неорганической природы через живые организмы обратно в неорганическую природу. Эта биогенная миграция атомов совершается с использованием солнечной энергии (менее 1% падающей на Землю энергии) и энергии химических связей и проявляется в процессе обмена веществ, росте и размножении организмов. Особое значение имеют биогеохимические циклы воды и основных биогенных элементов, связанных с жизнью – кислорода, углерода, азота, серы, фосфора. В результате геологических изменений часть вещества биосферы может надолго исключаться из этого круговорота. Такие биогенные осадки, как известняки, каменный уголь, нефть на многие тысячелетия консервируются в толще земной коры.

Круговорот углерода протекает главным образом путем освобождения и связывания двуокиси углерода CO_2 и идет по двум взаимосвязанным циклам – океаническому и континентальному. Углекислый газ при участии воды фиксируется растениями в процессе фотосинтеза, при этом образуются углеводы и кислород. Далее углерод участвует в образовании органического вещества растений, животных и микроорганизмов и выделяется в атмосферу при дыхании организмов и их разложении после гибели. Баланс углерода в биосфере положителен в результате антропогенных выбросов (промышленная деятельность человека, сжигание топлива и др.). Повышение содержания углекислого газа вызывает глобальную проблему потепления климата.

Круговорот кислорода происходит в результате образования свободного кислорода в результате фотосинтеза растений и потребления его в ходе дыхания организмов, реакций окисления (в том числе сжигания топлива) и других химических реакций. Главным потребителем кислорода является человек, рас-

ходующий его на дыхание и все виды промышленной деятельности. В результате наблюдается отрицательный баланс (расход более чем на порядок превышает приход).

Круговорот азота начинается с фиксации его из воздуха почвенными микроорганизмами. Возможна и небиологическая фиксация в атмосфере под действием космических лучей и в результате промышленной деятельности человека. Растения потребляют азот в нитратной (NO_3^-) и аммиачной (NH_4^+) и преобразуют эти формы в аминокислоты, входящие в состав белка и другие соединения. После разложения органического вещества образуется аммиак. Часть соединений азота не подвергается разложению и сохраняется в виде гумуса и осадочных пород. Нитрифицирующие бактерии превращают аммиак в почве в нитраты и нитриты. Часть азота благодаря денитрифицирующим бактериям вновь поступает в атмосферу. В круговорот азота вмешивается человек, внося азотные удобрения в почву. Избыточный азот создает проблему эвтрофирования (зарастания) водоемов, проблему нитратов в продукции и др.

Понятие о техносфере и ноосфере. Необратимая эволюция подготовила биосферу к переходу в новое состояние — **ноосферу** или сферу разума. Возникновение в биосфере разума можно рассматривать как закономерность, что согласуется с представлениями В.И. Вернадского. Если живое вещество с ходом эволюции биосферы в сторону климакса сильнее меняет окружающую среду, то разумное живое при минимальных энергетических затратах на самоподдержание способно делать это в десятки раз интенсивнее. Оно способно создавать глобальные проекты по переустройству среды и, благодаря механизмам, реализовывать их в масштабах, позволявших В.И. Вернадскому считать человечество мощной геологической силой.

Ноосфера – новое состояние биосферы, когда разумная деятельность человека становится главным фактором, обуславливающим ее развитие. Термин был впервые использован французскими учеными Э. Леруа и П. Тейярдом де Шарденом в 1927 г. В.И. Вернадский понимал под ноосферой качественно новый этап развития биосферы, возникший в результате взаимодействия природы и общества. М.И. Будыко выделил основные направления развития человеческой цивилизации:

1. Человечество стало единым целым, научно-техническая революция сблизила народы;
2. Произошла информационная революция, в результате возникло единое мировое информационное пространство благодаря компьютеризации, телевидению и др.;
3. Открыты и использованы новые источники энергии, в первую очередь ядерной;
4. Произошел подъем благосостояния народов;
5. Биосферные процессы регулируются человеческим обществом в соответствии со своими потребностями.

Можно ли считать теперешнее состояние развития биосферы подлинной сферой разума? К сожалению, пока ответ на этот вопрос может быть только

отрицательным. То, что создано сейчас, правильнее называть **техносферой** – биосферой, преобразованной технической и технологической деятельностью людей. При этом происходят геохимические процессы извлечения, концентрации и перегруппировки целого ряда химических элементов, их минеральных и органических соединений. Является ли техносфера идеалом взаимоотношений человека и природы? Конечно же, не является. Свидетельством тому – **глобальный экологический кризис**, поставивший под угрозу существование человеческой цивилизации. Он проявляется в следующих формах:

- Загрязнение окружающей среды промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми отходами;
- Необратимая потеря биоразнообразия, утрата видов растений и животных;
- Деградация природных ландшафтов и экосистем;
- Глобальное изменение климата, возникновение глобальных экологических проблем (потепление, кислотные дожди, разрушение озонового слоя);
- Сокращение пахотных земель, усиление эрозионных процессов, снижение плодородия почвы, проблема голода в развивающихся странах, недостаточная продовольственная безопасность;
- Растущий энергетический кризис, исчерпаемость источников энергии;
- Демографический взрыв (человечество увеличивается на 80-90 млн ежегодно), усиление антропоического фактора.

Таким образом, глобальный экологический кризис переходит в социальный. Есть ли выход из этой ситуации? Есть ли у человечества стратегия к достижению разумного компромисса природы и человека? Такая стратегия разработана и принята в 1992 году в Рио-де-Жанейро на уровне глав государств и правительств на конференции ООН по окружающей среде и развитию. Это **стратегия "устойчивого развития"** – такого развития, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Это комплексная задача, имеющая ряд аспектов: социально-политических, экономических, экологических, этических и др.

В социально-политическом плане – это гармонизация отношений между государствами, классами и социальными группами, отказ от войн, решения конфликтов силовыми методами;

В экономическом плане – это стабильный рост доходов всех слоев населения, решение проблемы безработицы, голода, продовольственная безопасность и др.;

В экологическом плане – это сохранение биоразнообразия, защита окружающей среды, использование возобновимых источников энергии, экологизация промышленности и сельского хозяйства, решение проблемы утилизации отходов;

В этическом плане – развитие демократии, соблюдение прав человека, повышение его профессионального и культурного уровня, формирование экологической личности, биосферной этики.

Движение по пути к устойчивому развитию общества позволит приблизиться к тому этапу развития биосферы, который В.И. Вернадский назвал сферой разума.

Контрольные вопросы к разделу 1.4

1. Дайте определение биосферы.
2. Приведите классификацию веществ в биосфере по В.И. Вернадскому.
3. Какие законы развития биосферы открыты В.И. Вернадским?
4. В чем заключаются роль и основные функции живого вещества в биосфере?
5. В пределах каких сред распространено живое вещество в биосфере?
6. Определите геологический и биологический круговороты веществ.
7. такое Что техносфера и ноосфера?
8. В чем заключается стратегия устойчивого развития?

2. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ОХРАНА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ.

2.1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.

2.1.1. ПРИОРИТЕТЫ СОВРЕМЕННОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.

Основными проблемами современного сельского хозяйства являются следующие:

1. Снижение экологической устойчивости агроэкосистем в результате сужения биоразнообразия и использования сортов интенсивного типа. В настоящее время человек использует в пищу в основном 20-30 видов, в то время как среди покрытосеменных растений потенциально пригодными считаются 70-80 тысяч видов. Известно, что устойчивость любой экосистемы, в том числе и сельскохозяйственной, увеличивается при возрастании числа ее компонентов.

За последние годы в результате создания сортов интенсивного типа и применения высоких доз удобрений, пестицидов и орошения в развитых странах произошло увеличение урожайности основных сельскохозяйственных культур. Однако такие сорта, как правило, дают отдачу только в благоприятных условиях при использовании всех элементов интенсивной технологии. В ряде случаев они неустойчивы к биотическим (болезни, вредители, сорняки и др.) и абиотическим (засуха, заморозки и др.) стрессам

2. Возрастание энергетических затрат на производство единицы сельскохозяйственной продукции. По данным академика А.А. Жученко, на производство

1 пищевой калории в настоящее время с учетом затрат на хранение, транспортировку, переработку и реализацию расходуют 10-15 калорий.

3. Загрязнение окружающей среды и сельскохозяйственной продукции.

В результате промышленной и сельскохозяйственной деятельности человека, интенсивной работы транспорта, экологических катастроф (Чернобыльская авария, выбросы нефтепродуктов при их транспортировке и др.) происходит загрязнение ландшафтов поллютантами (загрязнителями). К числу главных поллютантов относятся радионуклиды, тяжелые металлы, пестициды, нитраты, нефтепродукты. Попадая в почву и на поверхность растений, они включаются в кругооборот веществ, передвигаются по пищевым цепям и в конечном итоге загрязняют продукты питания, делая их опасными для здоровья человека и сельскохозяйственных животных. В связи с этим возникает проблема экологически безопасного качества сельскохозяйственной продукции.

Для решения накопившихся в сельском хозяйстве проблемам необходимо выполнение следующих приоритетных задач:

1. Повышение продуктивности и устойчивости агроэкосистем. Можно выделить основные направления решения этой задачи:

- расширение набора возделываемых растений;
- оптимизация размещения культур и сортов в регионе в соответствии с их биологическими особенностями, отношением к климату, почвенным условиям;
- широкое использование поликультур (одновременное возделывание на одном поле двух или более культур);
- применение набора сортов одной культуры для обеспечения стабилизации урожая и более рационального использования техники и трудовых ресурсов при уборке;
- создание новых сортов и гибридов растений, в том числе и методами генетической и клеточной инженерии, сочетающих продуктивность и устойчивость к стрессам.

2. Повышение энерго- и ресурсоэффективности растениеводства, внедрение природоохранных технологий в результате следующих мероприятий:

- применение севооборотов, в том числе эколого-контурных, позволяющих подбирать чередование культур для конкретных производственных участков с учетом типа почвы, рельефа местности и т.д.
- экономия энергозатрат при обработке почвы (минимализация обработки, применение комбинированных машин, оптимизация состава машинно-тракторного парка), проведение противоэрозионных мероприятий;
- экологизация защиты растений, применение биологических средств, интегрированная защита растений;
- рациональное использование удобрений, локальный способ внесения, использование капсулированных и медленнодействующих удобрений, внесение микробиологических препаратов для оптимизации минерального питания растений и др.
- рациональное использование поливной воды при орошении, капельное орошение, применение систем двустороннего регулирования влаги в почве.

3. Получение продукции высокого и экологически безопасного качества. Основными путями решения этой проблемы являются следующие:

- зонирование территории по степени загрязнения окружающей среды;
- подбор культур и сортов по способности к накоплению поллютантов;
- совершенствование технологии возделывания, уборки, хранения и переработки продукции, обеспечивающей снижение накопления поллютантов;
- контроль за качеством продукции.

Решение этих задач обеспечит устойчивое развитие сельского хозяйства и продовольственную безопасность республики.

2.1.2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИИ.

Сельскохозяйственная экология пользуется рядом терминов, главными среди них являются агросфера, агроландшафт, агроэкосистема, агробиогеоценоз.

Наиболее широкое понятие агроэкологии – **агроэкосистема**, то есть природный комплекс, преобразованный сельскохозяйственной деятельностью человека. Агроэкосистемой наивысшего уровня считается **агросфера** – поверхность суши, вовлеченная в сельскохозяйственное производство. Агросфера состоит из экосистем низшего уровня – **агроландшафтов** (антропогенных ландшафтов, естественная растительность которых на подавляющей части территории заменена агробиоценозами). Ландшафт – сравнительно небольшой специфичный и однородный участок земной поверхности, ограниченный естественными рубежами, в пределах которых природные компоненты взаимодействуют и приспособляются друг к другу. Различают следующие основные типы агроландшата:

- Полевой, для которого характерны ежегодная вспашка почвы, внесение удобрений и посев сельскохозяйственной культуры;
- Садовый – отличается от полевого возделыванием многолетних древесных растений или кустарников (сады, виноградники, посадки ягодных культур и др.). Рельеф их может быть более сложным.
- Лугово-пастбищный тип агроландшафта формируется в результате сенокосения или выпаса скота;
- Селитебный агроландшафт включает населенные пункты с прилегающими к ним территориями (сады, огороды, дороги, постройки и др.).

Агроландшафт в свою очередь состоит из более мелких структурных единиц – агробиогеоценозов. **Агробиогеоценоз** – созданное и регулярно поддерживаемое человеком однородное сообщество, обладающее малой экологической надежностью, но высокой продуктивностью одного или нескольких видов растений или животных. К разновидностям агробиогеоценоза относятся поля культурных растений, сады, виноградники, ягодники, луга, пастбища, зарыбленные пруды, животноводческие фермы, пасеки, теплицы. Как и любой биогеоценоз, агробиогеоценоз включает три обязательных компонента (растения-продуценты, животные – консументы, микроорганизмы – редуценты), взаимо-

действующих между собой и со средой обитания. Однако агробиогеоценозы качественно отличаются от естественных биогеоценозов (табл. 3.).

Отличия естественных и агробиогеоценозов

| Отличительные признаки | Тип биогеоценоза | |
|----------------------------------|---|---|
| | Естественные | Агробиогеоценозы |
| 1 | 2 | 3 |
| Результат действия | Эволюции | Вмешательства человека в природные биоценозы |
| Направление отбора | Естественный отбор | Искусственный отбор |
| Степень устойчивости | Высокая устойчивость к стрессам | Низкая устойчивость к стрессам |
| Уровень биоразнообразия | Сохранение высокого уровня естественного разнообразия | Как правило, моноценоз (культивирование основного вида) |
| Источники энергии | Природные (главным образом солнечная энергия) | Природные и антропогенные (энергия сжигания топлива, электричества и др.) |
| Тип развития элементов | Асинхронность, непрерывное развитие | Синхронность (одновременность посева, агромероприятий, уборки и т.д.) |
| Условия среды | Естественные | Измененные (искусственная почва, полив и др.) |
| Срок существования | Длительный | Один или несколько вегетационных периодов |
| Баланс органического вещества | Скомпенсированный (приход близок к расходу) | Отрицательный (расход превышает приход в результате изъятия урожая) |
| Степень загрязнения поллютантами | Как правило, низкая | Повышенная в результате внесения удобрений, пестицидов, регуляторов роста |
| Тип регуляции | Саморегуляция | Невозможность существования без регуляции человеком |

2.1.3 СТРУКТУРА И ФУНКЦИЯ АГРОБИОГЕОЦЕНОЗОВ.

Рассмотрим структуру агробиогеоценоза на примере полевого его типа. Организмы, составляющие агробиогеоценоз, в зависимости от типа питания подразделяются на два блока: автотрофный (накапливающий энергию в результате фотосинтеза) и гетеротрофный (потребляющий энергию автотрофного блока). К автотрофному блоку относятся культурные растения, сорняки и почвенные водоросли. К гетеротрофному блоку принадлежат животные и микроорганизмы.

Культурные растения представлены одним или несколькими видами. По типу развития растения полевых агрофитоценозов подразделяются на однолетние (яровые или озимые), двулетние, многолетние. Культурные растения в агрофитоценозе являются обычно доминирующими видами, а также видами – эдификаторами, создавая условия для развития других видов, как полезных, так

и вредных. Культурные растения выполняют главную функцию агробиоценоза – синтезируют органическое вещество в автотрофном блоке.

Сорняки имеют ряд отличительных особенностей в сравнении с культурными растениями, поскольку их эволюция в период развития земледелия шла в условиях, отличающихся от естественных. В результате ими приобретены признаки, обеспечивающие способность переносить неблагоприятные условия среды и снижение численности при уничтожении их человеком: высокий коэффициент размножения (семена могут составлять до 50-60% биомассы), опережение культурных растений в росте за счет быстрого развития на первых этапах, способность уподобляться культурному растению, способность семян сорняков прорасти в течение длительного периода и др.

Гетеротрофный блок условно (по отношению к культурному растению) можно подразделить на полезные и вредные виды.

К полезным могут быть отнесены почвенные микроорганизмы – азотфиксаторы; насекомые – опылители и антагонисты вредных видов; почвенные животные, участвующие в процессе ее рыхления (черви и др.).

К вредным видам относятся вредные животные (грызуны, насекомые, нематоды и др.) и патогенные микроорганизмы.

Культурные растения вступают в различные типы взаимодействия с другими видами агрофитоценоза:

- конкуренция за ресурсы среды (свет, влага, питательные вещества) с родственными особями и сорняками;
- симбиоз с клубеньковыми бактериями, накапливающими азот из воздуха;
- взаимоотношения типа хозяин-паразит (паразитизм) с вредными микроорганизмами;
- аллелопатия – взаимодействие посредством выделения продуктов жизнедеятельности – с другими компонентами агробиоценоза (растения, животные, микроорганизмы).

Возможны и другие типы взаимоотношений.

Оптимизация агробиогеоценоза возможна путем создания благоприятных условий для культурного растения и полезных гетеротрофных видов (насекомые–опылители, почвенные микроорганизмы-азотфиксаторы и др.) и регуляции численности вредных видов (сорняки, вредители, болезни).

Контрольные вопросы к разделу 2.1.

1. Дайте анализ основных проблем и приоритетов современного сельского хозяйства.
2. Определите основные понятия сельскохозяйственной экологии (агросфера, агроландшафт, агроэкосистема, агробиоценоз).
3. Дайте характеристику структуры и функциям агробиогеоценозов.
4. В чем заключаются отличия агробиоценозов от естественных биоценозов.

2.2 ПРОБЛЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ.

2.2.1. ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.

В последние десятилетия в связи с усилением антропогенного воздействия на биосферу, приведшим к глобальному загрязнению окружающей среды большую актуальность приобрела проблема качества сельскохозяйственной продукции. Вещества, загрязняющие окружающую среду, отрицательно воздействующие на живые организмы и снижающие качество сельскохозяйственной продукции, называются **поллютантами** (от английского слова pollution – загрязнение). Близко по смыслу к этому термину понятие "токсикант"- вещество, загрязняющее продукцию и оказывающее неблагоприятное действие на организм человека и животных. К числу основных поллютантов относятся радионуклиды, тяжелые металлы, пестициды, нитраты, некоторые органические и минеральные вещества

Нитраты. Азот выполняет важную физиологическую функцию, входя в состав белков, нуклеиновых кислот, ферментов, хлорофилла, витаминов и др. Тем не менее азот способен образовывать токсичные соединения, опасные для здоровья человека и животных (нитраты, нитриты, аммиак, нитрозоамины). Основными источниками поступления в почву токсичных соединений азота, в первую очередь нитратов, являются азотные удобрения и стоки животноводческих комплексов. В организм человека нитраты попадают с пищей и питьевой водой.

Отрицательное действие нитратов на организм человека и животных обусловлено двумя основными причинами.

1. Попадая в органы пищеварения, нитраты (NO_3^-) под действием микроорганизмов восстанавливаются до нитритов (NO_2^-), которые токсичнее нитратов в 10-20 раз. Нитриты взаимодействуют с железом гемоглобина крови, вызывая его окисление. При этом гемоглобин превращается в метгемоглобин, который не способен переносить кислород. В результате снижается снабжение ткани организма кислородом. Наиболее чувствительны к действию нитратов дети.

2. Нитраты вступают в реакцию с вторичными аминами, образуя нитрозоамины. Последние могут вызывать мутации, рак, а также воздействовать на зародышевые ткани.

Содержание нитратов определяется биологическим, средовым и технологическим факторами. Виды растений различаются по накоплению нитратов. Больше их накапливается в овощных культурах, у которых в пищу потребляются корень (редис, свекла столовая, редька) и листья (салат, шпинат, петрушка). Содержание нитратов уменьшается на пути корень – стебель – лист – плод – семена. Молодые растения накапливают больше нитратов, чем старые. При уборке многосеменных растений (огурец, томат) больше нитратов в плодах

ранних сборов. Различие между сортами одного вида по накоплению нитратов – 200-500%.

Неблагоприятные средовые условия (недостаток света, неоптимальная температура и др.) приводят к задержке участия нитратов в синтезе органических соединений и их избыточному накоплению, что характерно для овощей защищенного грунта.

Главный технологический фактор накопления нитратов – виды, дозы, сроки и способы внесения азотных удобрений.

Существуют следующие предельно допустимые уровни накопления нитратов в пищевых продуктах (табл. 4.).

Таблица 4.

Допустимые уровни нитратов в отдельных пищевых продуктах растительного происхождения для населения Беларуси (временный региональный норматив)

| Наименование продукта | Содержание нитрат-иона (NO ₃ -) мг/кг |
|---|--|
| Картофель | 150 |
| Капуста белокочанная | 400 |
| Морковь | 200 |
| Томаты | 100 |
| Огурцы | 150 |
| Лук-перо | 400 |
| Редис | 1500 |
| Баклажаны, патиссоны | 300 |
| Свекла столовая | 1400 |
| Лук репчатый | 80 |
| Листовые овощи (салаты, щавель, петрушка, сельдерей, кинза, укроп и т.д.) | 1500 |
| Дыни | 90 |
| Арбузы | 60 |
| Перец сладкий | 200 |
| Кабачки | 400 |
| Виноград столовых сортов | 60 |
| Яблоки | 60 |
| Груши | 60 |
| Продукты детского питания (овощи консервированные) | 50 |

Содержание нитратов в продуктах питания можно снизить в результате ряда мероприятий:

- оптимизация доз азотных удобрений;
- применение медленнодействующих форм азотных удобрений;
- локальное и дробное внесение удобрений;

- исключение поздних подкормок азотом;
- селекция на снижение накопления нитратов;
- выбор оптимальных сроков уборки (вечерние часы для листовых овощей);
- создание оптимальных условий выращивания в защищенном грунте;
- хранение свежих овощей при пониженной температуре;
- переработка овощей (варка, соление, маринование, квашение).

Тяжелые металлы. К тяжелым металлам относятся химические элементы с атомной массой свыше 50 и плотностью более 6 г/см³ (ртуть, кадмий, свинец, железо, кобальт, олово, никель, медь, молибден, мышьяк и др.). Некоторые из тяжелых металлов (медь, молибден, железо, марганец и др.) входят в состав ферментов. Эти металлы токсичны только при повышенных концентрациях. Наибольшей токсичностью обладают ртуть, кадмий, свинец, мышьяк.

Основными источниками тяжелых металлов являются предприятия черной и цветной металлургии, тепловые электростанции, нефтеперерабатывающие предприятия, транспорт, минеральные удобрения, осадки сточных вод, пестициды, отходы промышленности.

Тяжелые металлы отрицательно воздействуют на активность ферментов, в результате чего нарушаются биохимические процессы в растениях, животных, микроорганизмах. Наиболее уязвимыми к действию тяжелых металлов являются микроорганизмы. В результате попадания тяжелых металлов в почву происходит перестройка микробоценоза. Снижается количество полезных микроорганизмов (азотфиксирующие бактерии, актиномицеты). Повышается количество грибов. Нарушается естественный процесс почвообразования. Растения могут накапливать тяжелые металлы из почвы и из воздуха при попадании непосредственно на поверхность растений. В первом случае происходит снижение поступления тяжелых металлов на пути корень- стебель- лист- плод- семя. Второй путь (воздушный) более опасен, поскольку при этом возможностей для детоксикации значительно меньше. Детоксикация (снижение активности) в растительных клетках может происходить в результате образования сложных соединений тяжелых металлов с различными органическими веществами, накопления их в вакуолях и удаления через клеточную стенку. Растения различных видов и сортов растений существенно различаются по накоплению тяжелых металлов.

Тяжелые металлы попадают с пищей и кормом в организм человека и животных. Кроме того, они могут поступать в организм из воды и воздуха. Последний путь наиболее опасен. Так, вдыхаемый свинец в 10-100 раз токсичнее поступившего с пищей.

Свинец накапливается главным образом в костях (90%). Действует на кроветворную, нервную, пищеварительную системы, почки. Возникают развитие атеросклероза, отклонения психики, нарушается зрение. Наиболее опасен для детей, новорожденных, беременных женщин.

Кадмий накапливается в основном в почках, печени, легких и поджелудочной железе (Тиво, Быцко, 1996). В Японии описана болезнь итай-итай, свя-

занная с попаданием кадмия в организм (декальцинирование и переломы костей, боль в спине и ногах). Наиболее уязвимы беременные и пожилые женщины, кормящие матери, дети. Возможно канцерогенное действие кадмия.

Ртуть аккумулируется в жировой и мышечной тканях. Поражает нервную систему, печень, почки, органы пищеварения. Снижается иммунитет, ухудшается зрение. Действует на зародыши, может вызывать мутации. Особенно опасна для беременных женщин и детей.

Мышьяк всасывается организмом через пищеварительные органы, органы дыхания и кожу. Нарушается дыхание тканей и деление клеток. Вызывает нарушение нервной и сердечно-сосудистой систем, работы печени и почек, поражения кожи. Наиболее чувствительны к поражению мышьяком дети.

Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов в почве (мг/кг сухой массы) составляют: мышьяк – 2,0; ртуть – 2,1; кадмий – 1,0-1,5; свинец – 32,0. ПДК в продуктах питания указаны в таблице 5.

Для снижения поступления тяжелых металлов в растениях можно порекомендовать следующие мероприятия:

- известкование кислых почв;
- внесение органических удобрений;
- глинование легких почв;
- применение цеолитов (поглотителей металлов);
- подбор видов и сортов растений с невысоким накоплением металлов в продуктивных органах;
- выращивание технических культур (лен, сахарная свекла и др.);
- создание сортов с минимальным накоплением металлов;
- "биологическое разбавление" за счет повышения урожая в результате агротехнических приемов;
- выведение загрязненных участков из сельскохозяйственного оборота;
- удаление загрязненного слоя почвы.

Таблица 5.

Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов в основных продуктах питания (Тиво, Быцко, 1996)

| Продукты | ПДК, мг/кг | | | |
|------------------|------------|-------------|---------|--------|
| | Свинец | Кадмий | Ртуть | Мышьяк |
| Зерно, крупа | 0.5(0,3)* | 0.1 (0.03)* | 0.03 | 0.2 |
| Хлеб | 0.3 | 0.05 | 0.01 | 0.1 |
| Молоко | 0.1 (0,05) | 0.03 (0.02) | 0.005 | 0.06 |
| Овощи, картофель | 0.5 | 0.03 | 0.02 | 0.2 |
| Фрукты, виноград | 0.4 | 0.03 | 0.02 | 0.2 |
| Грибы | 0.5 | 0.1 | 0.05 | 0.5 |
| Мясо, птица | 0.5 | 0.05 | 0.03 | 0.1 |
| Рыба | 1.0 | 0.2 | 0.3-0.6 | 1.0 |

* В скобках указаны ПДК в сырье, предназначенном для производства детских и диетических продуктов.

Пестициды. Под пестицидами обычно понимают химические средства сдерживания, регуляции, защиты и борьбы с вредными организмами в сельском, лесном хозяйстве и здравоохранении. В настоящее время используют более 1000 веществ в качестве пестицидов. Несмотря на то, что сельскохозяйственное производство нуждается в применении пестицидов, их использование наносит ущерб окружающей среде.

Большая часть пестицидов является **ксенобиотиками**, т.е. веществами, чуждыми природе. Только 1-3% применяемых пестицидов действует на организм-мишень, остальное количество распространяется в окружающей среде и включается в пищевые цепи. При этом может происходить **биоаккумуляция** – многократное увеличение концентрации пестицида при продвижении его по пищевым цепям. Так, например, концентрация ДДТ изменялась следующим образом: вода в озере Мичиган (0.001 мг/л)- жир рыб (3.5 мг/кг)- жир чаек (100мг/кг) - жир человека 3-113 мг/кг. Более половины примененного ранее ДДТ циркулирует в биосфере.

Под действием живых организмов и абиотических факторов среды происходит **биотрансформация** – изменение химических свойств пестицидов. При этом возможны **детоксикация** – потеря токсичности, а также **токсификация** – увеличение токсичности (например, у гербицида атразина).

Помимо биоаккумуляции и токсификации неблагоприятное действие пестицидов проявляется в следующем:

- накопление в объектах окружающей среды;
- появление устойчивых к пестицидам форм вредных организмов;
- гибель некоторых полезных организмов, уменьшение биоразнообразия и устойчивости природных экосистем;
- отдаленные последствия, связанные с патологическим и мутагенным действием на живые организмы.

Особую опасность представляет смыв пестицидов в водоемы (от 30 до 70%). При этом нарушается функция размножения животных, происходит их массовая гибель. Попадая в почву, пестициды воздействуют на почвенную биоту (микрорганизмы, червей, и др.). Изменение почвенного биоценоза может приводить к подавлению почвообразовательного процесса и деградации почв.

Большинство пестицидов обладают мутагенным действием. По данным Национальной Академии Наук США, 90% всех фунгицидов, 60% гербицидов и 30% инсектицидов, применявшихся в США в 1986 году, вызывают рак. Академик А.В.Яблоков сообщает, что ежегодно в мире пестицидами отравляются 1-2 млн человек, из них 20-50 тысяч – смертельно. Средняя продолжительность жизни механизаторов-химизаторов на 10 лет короче. Особенно подвержены воздействию пестицидов беременные женщины и дети. Для снижения неблагоприятного действия пестицидов на окружающую среду и человека рекомендуются следующие мероприятия (Соколов, Монастырский, Пикушова, 1994).

- Расширение применения экологически безопасных пестицидов: 1) биоагентов – естественных врагов вредных организмов. К их числу относятся насекомые, грибы, бактерии, вирусы, нематоды; 2) биорациональ-

ных пестицидов-антибиотиков, половых феромонов для привлечения и уничтожения насекомых определенного пола, ферментных препаратов и др.;

- Генетический метод защиты – выпуск в популяции вредителя особей, не способных давать потомство или передающих летальные гены;
- Создание сортов растений с генетической устойчивостью к вредным организмам;
- Использование севооборота;
- Повышение супрессивности почвы, т.е. ее естественной способности подавлять развитие почвенных болезней растений
- Агротехнические мероприятия для борьбы с сорняками;
- Переход от монокультур к поликультурам (смешанным посевам);
- Использование пестицидов, быстро разрушающихся в окружающей среде, а также пестицидов избирательного действия;
- Совершенствование техники и способов внесения пестицидов (малообъемное опрыскивание и др).

2.2.2. ПОНЯТИЕ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ.

До недавнего времени качество растениеводческой продукции оценивалось по двум критериям: биологическому и технологическому. **Биологическое качество** зависит от содержания органических (белки, жиры, углеводы, витамины) и минеральных веществ, а также энергетической ценности пищи. **Технологическое качество** определяется целевым использованием продукции растениеводства (хлебопекарные качества муки, содержание крахмала в картофеле и т. д.).

Загрязнение агроландшафта поллютантами привело к необходимости оценки нового критерия качества – содержания загрязнителей и безопасности продукции для здоровья человека и животных. В зависимости от уровня требований к качеству продукции выделяют два понятия: экологически чистая продукция и экологически безопасная продукция.

Экологически чистая продукция – это продукция, произведенная на основе биологического земледелия, полноценная по содержанию веществ, необходимых для жизнедеятельности человека и не содержащая поллютантов выше предельно допустимых концентраций. Эта продукция используется обычно для детского и диетического питания и реализуется по более высокой цене.

Экологически безопасная продукция – это продукция, выращенная при традиционной технологии, обладающая высоким биологическим и технологическим качеством и безопасная для питания человека и как корм для животных. Требования к содержанию загрязнителей в экологически чистой продукции более жесткие в сравнении с экологически безопасной продукцией (см. табл. 5).

Проблема получения экологически чистой продукции связана с решением двух основных вопросов:

- повышение биологического и технологического качества;
- снижение содержания поллютантов.

Оба эти вопроса взаимосвязаны, а их решение зависит от трех факторов:

- биологического (генетического);
- средового;
- технологического.

Биологический фактор предполагает выбор культуры и сорта, обеспечивающих высокую продуктивность и качество при минимальном накоплении поллютантов. Культура и сорт являются основными средообразующими факторами: определяют виды и дозы удобрений и пестицидов, интенсивность использования сельскохозяйственной техники и т.д. Биологические особенности сорта могут определять не только валовый сбор биологически ценных веществ с единицы площади, но и степень загрязнения продукции, поскольку сорта различаются по этому показателю в 3-5 раз.

Средовый фактор предполагает выбор природно-климатической зоны, условий рельефа и почвы, оптимальных для культуры и сорта, уменьшающих накопление поллютантов. Здесь также важно реализовать принцип удаления от источников загрязнения (промышленные предприятия, автомагистрали и др.). Это особенно актуально для создания хозяйств, производящих сырье и продукцию для детского и диетического питания.

Технологический фактор – совершенствование технологии для повышения содержания полезных веществ и снижения накопления поллютантов. Он основан в первую очередь на оптимизации агроприемов ухода за растениями, рациональном использовании удобрений и пестицидов.

2.2.3. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

В настоящее время все большее распространение получают идеи биологического земледелия (синонимы – органическое, альтернативное, экологическое). Главными его особенностями в отличие от традиционных систем ведения хозяйства являются ограниченное применение или полное отсутствие в комплексе агромероприятий искусственных химических средств, использование естественного плодородия почвы, органических удобрений, природных средств борьбы с болезнями и вредителями (Минеев, Дебрецени, Мазур, 1993). Биологическое земледелие приводит к снижению урожая на 10-40% и экономически оправдано только при увеличении цены продукции в 1.5-2 и более раз. Основная задача биологического земледелия – производство экологически чистой продукции для детского и диетического питания. Продукция при этом получает специальный сертификат. Масштабы распространения биологического земледелия в развитых странах невелики (1-2%), однако наблюдается тенденция увеличения числа хозяйств, ведущих работы по принципам биологического земледелия.

Г. Кант сформулировал основные цели биологического земледелия:

- экономия энергии;
- активизация круговоротов веществ;
- защита окружающей среды;
- улучшение качества продукции;
- повышение плодородия почв.

Ведение хозяйства по принципам биологического земледелия регулируется специальными правилами, разработанными Международной федерацией органических сельскохозяйственных движений IFOAM. Переход хозяйства на принципы биологического земледелия осуществляется длительный период (обычно 2 года) и проходит под контролем специальной комиссии Инспектирования (Дубиковский, 1997).

Принципы ведения биологического земледелия изложены В.Г.Минеевым, Б. Дебрецени, Т.Мазуром (1993), Г.П.Дубиковским (1997):

1. Достаточное количество органических удобрений, произведенных главным образом в самом хозяйстве (навоз, компосты, сидераты). Навоз применяют после хранения или компостирования аэробным способом.
2. Обеспечение культурных растений азотом в результате микробиологической азотфиксации. Отказ от применения синтетических азотных удобрений. Широкое использование бобовых культур (до 30-50% обрабатываемой площади). Ограниченное применение под контролем комиссии Инспектирования калийных, фосфорных и микроудобрений (в основном природных).
3. Поддержание плодородия почвы за счет научно обоснованного севооборота. Монокультура не допускается.
4. Поверхностная обработка почвы без оборота пласта, что приводит к повышению ее биологической активности, быстрой минерализации органических веществ.
5. Получение продукции более высокого качества, пригодной для длительного хранения, детского и диетического питания.
6. Отказ от применения синтетических пестицидов. Использование для борьбы с болезнями и вредителями микробных препаратов, отдельных соединений меди, серы и др., внедрение устойчивых сортов, севооборотов, полезной энтомофауны. Использование для борьбы сорняками агротехнических приемов, главным образом механических.
7. Снижение энергозатрат в результате применения энергосберегающих технологий.
8. Оптимизация баланса питательных веществ путем внесения органических и природных минеральных удобрений. Для поддержания баланса фосфора, калия и микроэлементов желательно вести биологическое земледелие на плодородных землях.
9. Экологический, санитарно-гигиенический, почвенно-агротехнический контроль за состоянием окружающей среды и качества сельскохозяйственной продукции.

10. Высокая квалификация специалистов сельского хозяйства, высокая технологическая дисциплина.

В заключении следует отметить, что биологическое земледелие не является основным путем решения экологических проблем сельского хозяйства в связи с ограниченной распространенностью. Однако идеи экологизации сельского хозяйства продолжают развиваться и реализуются в технологиях "устойчивого" или "адаптивного" земледелия.

Контрольные вопросы к разделу 2.2.

1. Что такое поллютанты? Дайте характеристику воздействия основных поллютантов на экосистемы, а также организм человека. Как уменьшить вред, наносимый окружающей среде поллютантами?
2. В чем разница между экологически чистой и экологически безопасной продукцией? Какие факторы определяют качество продукции?
3. Каковы особенности биологического земледелия?

2.3. УСТОЙЧИВОЕ ИЛИ АДАПТИВНОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО.

Устойчивое сельское хозяйство означает успешное управление ресурсами для удовлетворения изменяющихся потребностей человека в продуктах питания сегодня без ухудшения природной среды для будущих поколений. Эта система производства, которая направлена на долгосрочное получение устойчивого урожая путем сохранения биоразнообразия, поддержания плодородия почвы и биологического контроля за вредными организмами. Существует ряд аспектов этой комплексной проблемы (экологический, экономический, социальный, политический, этический и др, табл. 6.).

Таблица 6.

Цели устойчивого развития сельского хозяйства (Mansvelt, Munder, 1994).

| Общие цели | Специфические цели |
|---|---|
| 1 | 2 |
| <u>Экономические:</u> Продовольственная безопасность страны | Создание самодостаточного национального и регионального запаса пищи высокого качества |
| <u>Социальные:</u> Обеспечение занятости и дохода населения в сельской местности | Создание социально-экономических условий для занятости населения и рентабельности производства сельскохозяйственной продукции |
| <u>Экологические:</u> Сохранение природных ресурсов и защита окружающей среды | Поддержание биоразнообразия, способности природной среды к саморегуляции, стабильности природных и агро-экосистем, эффективное использование местных природных ресурсов (свет, вода, почва и др.), энергосбережение, сохранение ландшафтов. |
| <u>Этические:</u> Создание условий для развития личности | Повышение профессиональных и культурных навыков работника сельского хозяйства |

В конечном итоге главными целями устойчивого сельского хозяйства является достаточно высокая и стабильная продуктивность агроэкосистем, энергосбережение, природоохранность, получение экологически безопасной продукции. Достижение этих целей невозможно без экологизации всех элементов технологии сельскохозяйственного производства.

Экологизация растениеводства.

Одним из основных принципов устойчивого развития сельского хозяйства является сохранение и рациональное использование биоразнообразия для построения устойчивых агроэкосистем:

- Сохранение и изучение местной флоры в генетических коллекциях, создание банка генов;
- Интродукция новых растений для испытания их в республике;
- Создание новых культур на основе методов генной инженерии;
- Расширение спектра возделываемых культур;
- Замена монокультур поликультурами (возделывание на одном поле двух или более культур);
- Создание систем сортов, различающихся по скороспелости для повышения устойчивости урожая культуры и лучшей организации уборки;
- Создание многолинейных сортов.

Уменьшение видового разнообразия агроэкосистем, замена старых генетически разнородных сортов новыми однородными сортами и гибридами привела к резким вспышкам заболеваний и повышению вредоносности насекомых. В настоящее время в Беларуси производится инвентаризация генетических коллекций культурных растений для более рационального их применения.

Важным направлением использования биоразнообразия являются смешанные посевы (поликультура). Смешанные посевы имеют следующие преимущества перед монокультурой:

1. Лучшее использование ресурсов среды за счет различий в экологических нишах (разная высота растений, различные расположение листьев, глубина залегания корней, особенности минерального питания и др.).

2. Проявление аллелопатии – взаимного влияния организмов друг на друга посредством выделения продуктов жизнедеятельности.

3. Уменьшение развития сорняков, болезней и вредителей, меньший расход пестицидов.

4. Стабилизация продуктивности.

5. Ослабление эрозионных процессов.

Различают три типа смешанных межвидовых посевов:

- смешанное возделывание – две или более культуры возделываются одновременно без четкого размещения по рядам (клевер-тимофеевка);
- рядовой посев – одновременное выращивание двух или более культур, причем одна или несколько выращиваются рядами (кукуруза-огурец);
- ленточный посев – культуры выращиваются лентами или полосами, причем ширина полос позволяет вести уборку и обработку культур (рожь-гречиха).

Наиболее часто смешанные посевы используются в луговодстве и овощеводстве.

Экологизация земледелия.

Основой рационального использования почвы является севооборот. Севооборот позволяет решить проблемы, возникающие при монокультуре:

- почвоутомление в результате выделений отдельными культурами (лен, клевер и др.) в почву ингибиторов роста;
- односторонний вынос питательных элементов, связанный со спецификой минерального питания;
- ухудшение фитосанитарного состояния посевов из-за массового поражения их почвенными патогенами.

По мнению академика А.А.Жученко, при укрупненных севооборотах (100-500 га и более) значительно повышается вариабельность величины и качества урожая, переход очаговых поражений растений болезнями и вредителями к сплошному, снижается почвозащитная и фитосанитарная функции севооборота.

В настоящее время в Беларуси разработаны контурно-экологические севообороты, которые позволяют наиболее полно учитывать почвенные условия для возделывания той или иной сельскохозяйственной культуры. В институте "Белгипрозем" разработаны такие севообороты для 55 районов республики, в первую очередь для хозяйств, в которых почвы представлены мелкими контурами и имеют большие различия по составу почвы и уровню плодородия. Такие севообороты планируется ввести в 1600-1700 хозяйствах республики.

Уменьшение площади поля в севообороте позволяет лучше подобрать набор культур к почвенным условиям конкретного участка. Например, в колхозе "Неман" Узденского района вместо трех севооборотов с 18 полями (средняя площадь 113 га) сформировано 132 рабочих участка площадью от 3 до 94 га (средняя площадь 27 га). Такой подход обеспечивает отсутствие жесткой схемы севооборота, возможность для маневра, лучшее соответствие культуры почвенным условиям поля и предшественнику и, в конечном итоге, лучший и более стабильный хозяйственный результат.

Важным резервом снижения затрат на производство сельскохозяйственной продукции является совершенствование машинно-транспортного парка и приемов обработки почвы. По данным А.А. Жученко, переход к минимальной или нулевой обработке почвы сокращает расход дизельного топлива с 20 л при обычной обработке почвы до 9,5 при минимальной обработке и 3,8 при нулевой. Снизить расход энергии можно также при оптимизации состава машинно-транспортного парка (сокращение затрат на 40-60 %) и нагрузочных режимов машин (20-120 %), применении комбинированных машин (20-40 %), прямого сева (60-80 %), минимальной обработки (35-80 %).

Экологизация селекции.

В основе производства любой продукции растениеводства лежит сорт. От сорта зависят особенности технологии возделывания: дозы, сроки и виды удобрений и пестицидов, способы и кратность обработки почвы, степень ее

уплотнения и развития эрозионных процессов, масса пожнивных остатков для восстановления почвенного плодородия, необходимость применения орошения. Именно сорт определяет основные требования к технологии возделывания: продуктивность, энергоэкономичность, природоохранность, экологически безопасное качество. Большая часть этих требований возникла сравнительно недавно, в связи с чем сформировалось направление исследований – экологическая селекция. Под экологической селекцией понимается совокупность приемов и методов, обеспечивающих получение сортов и гибридов с максимальной и устойчивой продуктивностью в условиях предполагаемого региона возделывания при соблюдении природоохранной технологии культивирования, высоком качестве и минимальном накоплении поллютантов в продукции (Кильчевский, Хотылева, 1997). Экологическая селекция включает три взаимосвязанных направления: адаптивную селекцию, селекцию энергетически эффективных сортов и селекцию на высокое и экологически безопасное качество продукции.

Адаптивная селекция направлена на повышение устойчивости генотипов к биотическим и абиотическим факторам среды. Основными ее особенностями являются:

1. Региональный характер и экологическая целенаправленность, ориентация не на потенциальную, а на реальную продуктивность;
2. Единая стратегия подбора фонов на всех этапах селекционного процесса;
3. Отбор на продуктивность и стабильность на различных этапах селекции;
4. Кооперация селекционных учреждений в регионе при выполнении поставленной задачи.

Вторым важным направлением экологической селекции является селекция энергетически эффективных сортов. Показано, что сорта растений различаются по эффективности использования удобрений в 3-4 раза. Сорта растений должны соответствовать определенному уровню затрат антропогенной энергии. По уровню энергозатрат можно выделить три технологии и три модели сортов, им соответствующие.

1. Биологическое или альтернативное земледелие, характеризующееся минимальным уровнем энергозатрат на единицу продукции. Этой технологии соответствуют сорта низкого вклада энергии.
2. Полуинтенсивные технологии, отличающиеся средним уровнем энергозатрат. Для этих технологий необходимы экологически стабильные или полуинтенсивные сорта, сорта широкого ареала.
3. Интенсивные технологии, орошаемое земледелие, защищенный грунт, являющиеся наиболее энергоемкими по вкладу антропогенной энергии. Повышенному уровню энергозатрат должны соответствовать сорта интенсивного типа.

Третье направление экологической селекции – создание сортов с высоким качеством и минимальным накоплением поллютантов – является наиболее радикальным путем получения экологически безопасной продукции растениеводства. Внутривидовое генетическое разнообразие растений по содержанию

поллютантов позволяет путем отбора генотипов с минимальным выносом поллютантов уменьшить их накопление в продукции в 2-5 раз.

Экологизация агрохимии.

С каждым годом возрастает агрохимическая нагрузка на агроландшафты, что приводит к процессу антропогенной полихимизации окружающей среды. Средняя нагрузка агрохимикатов составляет около 30-40 кг/га, причем в развитых странах – в 5-10 раз больше. С увеличением доз удобрений уменьшается отдача в виде урожая. Так, по данным В.Г.Минеева (1990) при среднем урожае зерновых 21,5 ц/га вносят 80 кг/га минеральных удобрений, при 40 ц/га – в 2 раза больше, при 50 ц/га – в 8-10 раз больше. Культурные растения усваивают только часть вносимых доз (40-70 % в зависимости от вида и дозы удобрений), а остальная часть попадает в окружающую среду, вымывается в грунтовые воды, смывается в водоемы, вызывая их эвтрофирование. Причинами загрязнения окружающей среды удобрениями могут быть также нарушения в технологии их хранения, транспортировки и внесении, передозировки, эрозия почвы, несовершенство состава удобрений, нерациональное использование сточных вод.

Действие удобрений на биосферу наряду с положительным влиянием может носить многосторонние отрицательные последствия (Минеев, 1990):

- Ухудшение круговорота и баланса питательных веществ, агрохимических свойств и плодородия почвы;
- Снижение урожая сельскохозяйственных культур и качества продукции;
- Развитие болезней, ухудшение фитосанитарного состояния посевов;
- Эвтрофирование природных вод;
- Возможное разрушение озонового экрана под действием окислов азота.

По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, в Беларуси более 150 тысяч гектаров почв переизвестковано. На песках от интенсивного внесения удобрений доля зафосфаченных почв – 25%, на суглинках – 4%. На 24% песчаных почв избыточно содержание калия. В целом по Беларуси избыточное накопление биогенных элементов составляет 6% пашни, однако эта цифра за последние годы уменьшается.

На животноводческих комплексах республики образуется до 35-40 млн. м³ стоков в год, основной формой утилизации которой является их использования на полив. Превышение норм полива на полях орошения приводит к загрязнению почв нитратами, хлоридами, калием, фосфором и другими веществами. Аномалии простираются на 3-5 км от животноводческих комплексов. Корма, полученные на таких почвах, отличаются высоким содержанием нитратов и непригодны для скармливания скоту по санитарным нормам. Основными путями повышения эффективности использования удобрений и уменьшения их отрицательного воздействия на окружающую среду можно считать следующее:

- Соблюдение правил транспортировки, хранения и применения удобрений;
- Выполнение комплекса агротехнических мероприятий по уходу за культурами, правильный выбор предшественника, сорта;
- Контроль за содержанием удобрений в почве и в растениях;

- Оптимизация почвенной кислотности путем известкования;
- Качественное внесение удобрений, обеспечивающее их равномерность;
- Использование медленнодействующих капсулированных азотных удобрений для сокращения непроизводительных расходов;
- Применение жидких азотных удобрений в сочетании с ингибиторами нитрификации;
- Соблюдение оптимальных сроков внесения удобрений, дробные подкормки в течение вегетации;
- Использование посевов зернобобовых культур для накопления азота.

Основные пути экологизации защиты растений изложены в разделе "Пестициды".

Контрольные вопросы к разделу 2.3

1. Дайте определение устойчивому сельскому хозяйству.
2. Определите цели устойчивого развития сельского хозяйства.
3. Каковы основные направления экологизации растениеводства, земледелия, селекции, защиты растений, агрохимии? Приведите примеры.

2.4. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОСТОЯНИЕ И ОХРАНА.

2.4. 1. ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ В ПРИРОДЕ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.

Вода - наиболее распространенное и самое важное вещество Земли. Экологические функции ее весьма многообразны.

Во-первых, вода обеспечивает существование жизни на планете. Она входит в состав клеток и тканей живых организмов. У растений, кроме семян на воду приходится от 75 до 95% веса, у животных – около 60% и т.д. В теле человека доля воды колеблется от 58 до 95 %. В эмбрионе человека жидкость составляет 95%, у новорожденного – 74 – 80 %, у взрослого – 58 – 67 %. Со старением организма содержание воды уменьшается. Суточное водопотребление для человека составляет 40 г на 1 кг массы веса.

Во-вторых, вода является и средой обитания для живых организмов. По данным чл.-корр. АН СССР В.Г. Богорова, в водных системах описано около 200 видов животных, 10 тысяч растений и 15 тысяч водорослей. Наиболее богаты видовым разнообразием моря и океаны. В водной среде выделяют три области жизни: поверхность водного зеркала, толщу воды и дно. Соответственно и организмы, заселяющие водные системы объединяются в три большие группы. Пассивно перемещающиеся с водой организмы, такие как водоросли, личинки моллюсков, черви, медузы, мальки рыб и т.д., относят к **планктону**. Организмы, обитающие на дне или в толще осадка (мидии, устрицы, омары, раки, нематоды, тихоходки и т. д.), называют **бентосом**. Организмы, ведущие актив-

ную жизнь в воде, такие как рыбы, моллюски, насекомые, водные млекопитающие принадлежат к **нектону**.

Являясь могучим растворителем минералов и горных пород, вода выполняет роль геологического фактора. Благодаря этому свойству растения и животные получают с водой необходимые питательные вещества.

Водные ресурсы формируют климат и погоду. Способностью поглощать энергию Солнца (мировой океан сконцентрировал в себе $38 \cdot 10^{22}$ ккал, что равно 600-летнему поступлению солнечной энергии на Землю) вода регулирует тепловой режим. Участвуя в круговороте атмосферы и гидросферы, она перераспределяет солнечное тепло. Без воды климат на планете был бы суровым с резкими контрастами между зимой и летом.

Вода выполняет и санитарно-гигиеническую функцию, которая заключается в способности водных систем самоочищаться под влиянием разнообразных факторов. К таким факторам относятся гидрологические – разбавление и смешивание загрязнителей с основной массой воды; механические – осаждения взвешенных частиц; физические – влияние солнечной радиации и температуры; химические – превращение органических веществ в минеральные; биологические – связывание загрязнителей водными организмами. Роль водных обитателей в разрушении токсикантов огромна.

Активно связывают минеральные вещества бактерии, грибы, черви, ракообразные и др. Нефть и нефтепродукты хорошо минерализуются дрожжами и бактериями рода Микобактериум и Артробактер. Соли тяжелых металлов и радионуклиды извлекаются диатомовыми, пирефитовыми и сине-зелеными водорослями. Большую работу проводят и высшие водные растения. Так, рогозы, камыши, стрелолисты, рдесты, роголистники очищают воду от минеральных и органических веществ. Бактерицидные вещества этих растений подавляют развитие патогенных микроорганизмов. Сапрофитная и патогенная микрофлора уничтожается в воде бактериофагами, простейшими водными организмами.

Вода широко используется в быту. Для питья и приготовления пищи на одного человека требуется 2,5-4 л воды в сутки, а для удовлетворения всех нужд – около 300л. Фактическое водопотребление сильно колеблется. В России на 1 человека приходится 160 л, в Москве – 160л, в Минске – 350л, в Париже и Лондоне - 160 л, в Брюсселе – 85 л, в Африке – 3 л. Меньше расходуется вода в сельской местности, среднемировой показатель – не более 50 л в сутки.

Трудно оценить роль и значение воды в хозяйственной деятельности человека. Без воды невозможно выплавлять металл и выпекать хлеб, добывать руду и нефть, строить дома, создавать машины и т.д. Так, в промышленности для производства 1 т стали расходуется около 25 м^3 воды, 1т резины – 4000 м^3 , бумаги – 1000 м^3 . На получение 1м хлопка тратится $50-90 \text{ м}^3$ воды, 1м капрона – 5600 м^3 .

Однако более крупным водопотребителем является сельское хозяйство. Чтобы вырастить 1 кг зерна на богаре, необходимо 750 л воды, картофеля – 1500л. Много потребляется воды и в животноводстве. Так, на производство 1 т молока потребляется 5 м^3 воды, мяса – 20000 м^3 . Вода используется для мытья

животных, очистки помещений, подготовки кормов, мытья посуды, аппаратуры и т.д. Расход воды на содержание 1 головы КРС составляет 115л/сутки, одной свиноматки – 234 л. Широко вода используется на предприятиях переработки сельскохозяйственной продукции. На убой 1 головы КРС расходуется 500л воды, на производство 1 кг сливочного масла - 10 л, 1 тонны сахара -100 л и т.д.

Кроме перечисленных функций, вода является источником дешевой электроэнергии. Моря и реки служат человеку как пути сообщения. Вода выполняет и здравоохранительную функцию. Минеральные водные источники, санатории используются людьми для восстановления и укрепления здоровья.

2.4.2.ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ МИРА И БЕЛАРУСИ.

Под водными ресурсами следует понимать все воды нашей планеты, пригодные для использования: речные, озерные, морские, подземные, воды ледников, искусственных водоемов, почвенной влаги и водяных паров атмосферы.

По подсчетам Львовича М.И., общие запасы воды оцениваются в 1,5-1.6 млрд. км³. В Мировом океане сосредоточено 98,3% или 1,372 млрд км³ воды. Поверхность суши Земли занимает 29,2%, а водные запасы составляют всего 1,7%. По качественному составу в основном преобладают соленые воды (94,2% от общего запаса), объемы пресной воды оцениваются в 35 млн. км³ и распределяется она следующим образом: в ледниках связано 85%, в подземных водах – 14%, в озерах и водохранилищах - 0,6% , в почве - 0,3%, в виде паров в атмосфере - 0,05%, в реках - 0,05%.

По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Беларусь относится к государствам со средней водообеспеченностью. По территории республики протекает более 20 тысяч рек и речушек общей протяженностью 90,6 тысяч км. Наши реки принадлежат бассейнам двух морей – Балтийскому и Черному. Статус крупных носят семь рек: Западная Двина, Неман, Виляя, Днепр, Березина, Сож, Припять. Суммарный сток в средневодный год составляет 58 км³, в годы избыточного выпадения осадков – 96 км³ и в засушливые годы – 36 км². Кроме рек, к поверхностным водам относятся озера (11 тысяч) и водохранилища (сооружено 136). Общая площадь водного зеркала водоемов составляет 2 тысячи км², а запасы воды – 6-7 км². Самые крупные озера Нарочь (площадь 80 км²), Освейское (52,8 км²) и Червоное (43,6 км²). Самое глубокое озеро Долгое, его нижняя точка расположена на глубине 53,6 м.

Беларусь обладает значительными ресурсами подземных вод. Они оцениваются в 49,6 млн. м³ в сутки.

Общий водозабор воды всеми отраслями народного хозяйства республики составляет около 2.0-2.5 млн. м³, в том числе из поверхностных источников около 1.0 млн. м³. Основными водопотребителями являются сельское и рыбное хозяйство (36,4%), промышленные предприятия (31,4%) и жилищно-коммунальный комплекс (30,7%).

Общий объем сточных вод колеблется по годам от 1.3 до 1.5 млн м³, в том числе 42% сбрасывается нормативно-очищенными и 15% - недостаточно очищенными. Доля стоков без очистки составляет около 5% от общего количества.

Основное загрязнение водотоков и водоемов происходит за счет поверхностного стока. Большинство промышленных центров республики не имеет системы ливневой канализации. Поэтому при выпадении осадков и вместе с паводковыми водами мусор и другие загрязнения поступают в реки и озера. По этой причине высокий уровень загрязнения имеют реки Свислочь ниже Минска, Березина ниже Бобруйска, Неман ниже Гродно, Днепр ниже Орши и Могилева, Муховец в районе Бреста. Городскими стоками загрязняются реки таких городов, как Щучин, Мосты, Скидель, Жлобин, Толочин и др.

Постоянным и наиболее опасным источником загрязнения водных систем является сельское хозяйство. С распаханых и удобренных полей вместе с дождевыми и снеговыми водами стекают питательные вещества, главным образом азот, фосфор. Поэтому за последние 20 лет в реках и озерах повысилась степень минерализации воды.

В республике серьезное беспокойство вызывает ухудшение качества подземных вод. Наиболее интенсивно они загрязняются в городах, сельских населенных пунктах, в местах расположения животноводческих объектов, складов хранения, ядохимикатов, минеральных удобрений, нефтепродуктов, в районе нахождения очистных сооружений и полей фильтрации.

В скважинах городских застроек отмечено повышенное содержание нитратов, хлоридов, тяжелых металлов, сульфатов. Нередко встречаются нефтепродукты, фенолы. Для всей территории республики характерно формирование грунтовых вод нитратного типа. Содержание нитратов в подземных водах фиксируется от 2 до 15 ПДК.

Для того, чтобы предупредить надвигающийся водный кризис в республике принимаются меры, направленные на улучшение состояния водных ресурсов. Кабинет министров издает ряд постановлений: в марте 1986 г. «Об улучшении организации работ по охране малых рек от загрязнения, засорения, истощения», в декабре 1989г. «О мероприятиях по охране и рациональному использованию водоемов республики». В настоящее время «Белгипроземом» и его филиалами выполнены проекты водоохраных зон и прибрежных полос для всех областей и начата реализация этих проектов.

2.4.3.КЛАССИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ И ВИДОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ СИСТЕМ.

Загрязняющие водные объекты вещества поступают с поверхностным и внутрипочвенным стоком, при выпадении осадков и таянии снега, а также при прямом сбросе сточных вод. В поверхностном стоке, формирующемся на территориях промышленных предприятий, механизированных мастерских, автопарков, на землях сельскохозяйственного использования основными примесями являются взвешенные частицы, органические и минеральные вещества.

Концентрация взвешенных примесей колеблется от 2 до 2500 мг/л, нефтепродуктов – от 10 до 40 г/л, минеральных солей – от 100 до 800 мг/л.

С атмосферными осадками мигрируют в реки и озера соединения серы и азота, ртуть, свинец, кадмий и др. вещества. Причем в отдельных случаях бывает так, что объемы поступления загрязнений этим путем достигают 15-20% от общего уровня.

Третий путь поступления загрязнений - это непосредственный сброс грязных или недостаточно-очищенных сточных вод в водные объекты. Особенностью водных систем суши является то, что они одновременно используются человеком как источник водоснабжения и приемник промышленных и хозяйственно-бытовых стоков. А один м³ грязной воды приводит в непригодное состояние 15-20 м³ чистой воды.

Загрязняющие водные источники вещества имеют разную природу и делятся на 4 группы: химические, физические, механические и биологические.

Химические загрязнители оказывают влияние на химические свойства воды, они делятся на органические и неорганические. Из неорганических веществ для обитателей водной среды особую опасность представляют тяжелые металлы. В среднем в течение года в водные системы планеты сбрасывается около 325 млн. т. железа, 4.5 млн т меди, 3.9 млн. т цинка, 2.5 млн. т свинца и т.д. Не меньшую опасность несут неорганические кислоты и щелочи. Отечественные и зарубежные исследования показывают, что за последнее десятилетие увеличился приток в природные воды биогенных элементов, особенно это касается соединений азота и фосфора. Источниками поступления их являются сельскохозяйственные угодья, предприятия легкой и перерабатывающей промышленности, животноводческие комплексы и фермы. В настоящее время ежегодно смывается около 32 млн т /год азота и 62 млн. т фосфора.

Вредное влияние на водные системы оказывают органические загрязнители – ПАВы и СПАВы.

ПАВы – это поверхностно-активные вещества. Особенностью их является то, что на поверхности воды они образуют тонкую пленку. Сюда относятся нефть и нефтепродукты, жиры, масла, смазочные материалы. Пленка способствует повышению температуры воды, задерживает проникновение солнечных лучей, нарушает газообмен. Эти изменения неблагоприятно сказываются на жизни обитателей рек и озер. Так, у растений и водорослей падает продуктивность, в воде уменьшается содержание кислорода, при разложении пленки выделяются газы, вызывающие отравление и гибель животных. Так, 1 л вылитой нефти может покрыть площадь водного зеркала тонким слоем в 1 га, а полное разрушение нефтяного пятна осуществляется за 100-200 дней.

СПАВы – синтетические поверхностно-активные вещества или детергенты. К ним относятся эмульгаторы, пенообразователи, моющие средства. Источниками поступления этих веществ являются текстильные, меховые и кожевенные фабрики, прачечные, бани, коммунальные хозяйства. Детергенты широко используются при обогащении руд, при производстве полимеров и изготовлении пестицидов. Эти загрязнители на поверхности воды образуют

стойкую пену. Так, присутствие 1 мг СПАВа в 1 л воды создает устойчивую пену, которая оказывает такое же воздействие на водную среду, как и пленка.

Органические вещества способствуют формированию в водоемах, морях и океанах водных пустынь. В настоящее время мертвые зоны обнаружены в Балтийском, Северном и Черном морях, в Тихом и Атлантическом океанах.

К **физическим загрязнителям** водных источников относятся сброс горячих и теплых вод, а также радиоактивных отходов. Воды суши широко используются человеком в промышленности: для охлаждения машин, различных устройств, в тепловых и атомных электростанциях, в сельском хозяйстве, в быту и т.д. Теплый и горячий сброс изменяет температуру водной среды, усиливает испарение воды, процессы минерализации. В результате резко падает содержание растворенного кислорода, что негативно сказывается на жизнедеятельности растений и животных. Так, при температуре воды до 26°C особых изменений в балансе не наблюдалось. Превышение этого порога ведет к уменьшению содержания кислорода, усиливается восприимчивость водных обитателей к токсическим веществам. Температура воды от 26 до 30°C подавляет жизнедеятельность рыб, при температуре свыше 34°C наблюдается гибель ценных пород рыб и растений.

Значительный ущерб природным водам причиняют **механические загрязнения**, к которым относятся почвенные частицы, поступающие с поверхностным стоком после выпадения осадков или с паводковыми водами, молевой сплав леса, древесные отходы в виде опилок, щепы и коры, упаковочный материал (банки, коробки, бутылки и т.д.). Помимо прямого повреждения рыб и их нерестилищ бревнами, сучьями и ветками опасны для обитателей водной среды выделяющиеся смолы и другие вещества. Медленно разлагаясь в воде, они поглощают кислород, чем вызывают гибель живых организмов. Почвенные частицы, накапливаясь на дне рек, озер, заиляют его, забивают родники. Водные источники зарастают травянистой растительностью и превращаются в болота.

Биологическое загрязнение водных систем связано с поступлением и размножением нежелательных организмов. Источниками этой группы загрязнений являются сточные воды маслозаводов и мясокомбинатов, бойнь, больниц, столовых, бань, прачечных комбинатов, заводов по переработке льна, животноводческих объектов, сбросы мелиоративных систем, городской канализации и т.д. В воде рек обнаруживается кишечная палочка. Вода является источником таких заболеваний как холера, чума, брюшной тиф, сибирская язва и т.д. К биологическому загрязнению относятся и цветение водоемов. Это явление носит название антропогенного эвтрофирования. С распаханых и удобренных полей стекают питательные вещества, главным образом фосфор и азот, которые стимулируют развитие водорослей. На поверхности воды образуется зеленая пленка. Уже через 2-3 года резко ухудшается качество воды, зимой наступает кислородное голодание. Антропогенное эвтрофирование наносит огромный ущерб многим странам, лишая запасов питьевой и бытовой воды.

Ущерб нанесен озерам, расположенным вблизи ряда городов и населенных пунктов Беларуси: Браслав, Поставы, Мядель, Миоры, Глубокое и др. первые

почувствовали ущерб, нанесенный озерам. В сильной степени затронуты зарастанием 8-9% наших озер. Среди них озера Лесковичи и Круглик в Шумилинском районе; Великое, Кагальное в Глубокском, Новято, Болойсо в Браславском и другие.

2.4.4. ЗАЩИТА ПРИРОДНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ.

Под защитой вод от загрязнения понимают комплекс мероприятий, обеспечивающих нормальное состояние водных объектов. Он состоит из:

- приемов, уменьшающих концентрацию химических веществ в почвенно-грунтовых, стоковых и дренажных водах;
- мероприятий, предотвращающих попадание загрязнений в открытые и подземные водные источники;
- очистки сточных вод.

Основным направлением в защите вод является снижение концентрации загрязнений, поступающих в реки и озера. Для промышленных предприятий это:

- ввод технологий с использованием воды в замкнутом цикле;
- сокращение объемов водопотребления и сбросов загрязнений.

Для сельскохозяйственных предприятий это:

- создание удобрений с запрограммированным по фазам роста и развития растений освобождением веществ;
- применение гранулированных и микрокапсулированных удобрений;
- повышение концентрации элементов питания в удобрениях;
- совершенствование технологии применения химических мелиорантов;
- создание и внедрение новых машин, обеспечивающих равномерное внесение химических средств на полях.

К приемам, позволяющим уменьшить миграцию загрязнений в водные ресурсы с поверхностным и внутрипочвенным стоком, относится устройство защитных водоохраных зон и прибрежных полос.

Водоохранная зона – это территория водосбора, прилегающая к водотоку или водоему, на который устанавливается специальный режим с целью предотвращения загрязнения, засорения и истощения вод, нарушения водной и прибрежной экосистем. Ширина водоохранной зоны колеблется от 500 м до 3,5 км и зависит:

- от вида сельскохозяйственных угодий, прилегающих к водному объекту (если пашня, то полоса отводится шире; если лес или закустаренные участки – уже);
- от крутизны склонов водосбора;
- гранулометрического состава почв;
- количества выпадаемых осадков.

В пределах зоны запрещается:

- применять на полях и сельскохозяйственных угодьях ядохимикаты, авиаподкормки минеральными удобрениями, жидкий навоз и жидкие минеральные удобрения;

- размещать животноводческие фермы и комплексы, склады для хранения ядов и минеральных удобрений, нефтепродуктов, накопители стоков;
- устраивать свалки мусора и промышленных отходов, кладбища и скотомогильники, мойки техники и автотранспорта, базы отдыха и стоянки для автомобилей;
- строить механические мастерские, пункты технического обслуживания, площадки заправки сельскохозяйственных машин ядохимикатами;
- добывать полезные ископаемые;
- прокладывать кабели, трубопроводы и другие коммуникации;
- проводить рубку леса;
- выделять участки для полей фильтрации и орошения;
- организовывать садоводческие товарищества.

Прибрежные полосы, имеют ширину от 20 до 200 м. Как правило, они засаживаются древесно-кустарниковой растительностью или задерняются травянистыми растениями. На этих территориях запрещено:

- проводить распашку земель;
- выпасать скот и устраивать водопой;
- применять ядохимикаты и минеральные удобрения;
- размещать садоводческие товарищества, базы отдыха, стоянки транспорта и техники
- строить здания и сооружения, кроме водозаборных и водорегулирующих объектов.

Водоохранные зоны и прибрежные полосы задерживают поверхностный сток и переводят его во внутрисочный. При фильтрации воды растворимые и нерастворимые примеси аккумулируются в верхних горизонтах почвы. Одновременно сдерживаются и наносы, поступающие с полей в результате эрозии.

Осуществить защиту водных ресурсов позволяет комплекс методов очистки сточных вод, которые можно разделить на 4 группы: механические, физические, химические, биологические и промежуточные (физико-химические, химико-биологические, химико-механические и т.д.).

Механическая очистка основана на удалении из сточных вод нерастворимых взвесей. Этим методом удаляется до 60-95% примесей. Для очистки используются фильтры, разнообразные сита, решета, песколовки, отстойники, улавливатели плавающих веществ.

Физические методы очистки используются для связывания тонкодисперсной и растворенной примесей. Для этого сточные воды подвергаются обработке высокими температурами, ультразвуком, радиоактивными и ультрафиолетовыми лучами, электрическим током. Сюда относятся и выпаривание, центрифугирование, экстракция.

Очистка сточных вод **химическим методом** основана на добавлении в стоки веществ-реагентов, вступающих в химическую реакцию, в результате которой образуются безвредные соли, либо соединения, выпадающие в осадок. К химическому удалению загрязнений относят и коагуляцию. Из коагулянтов

широко используют сернистый алюминий, гашеную известь, соду; из адсорбентов - цеолиты, активированный уголь. Хлор, озон, гидроксид натрия применяют для обеззараживания воды.

Биологические методы очистки сточных вод основаны на способности водных организмов потреблять загрязнители в процессе своей жизнедеятельности. Биологическая очистка может быть естественной и искусственной. Естественная - проводится на полях фильтрации, полях орошения и в биологических прудах.

Поля фильтрации представляют бросовые участки земли, которые значительно удалены от водных источников. Устраиваются такие поля на почвах легкого гранулометрического состава (песчаных или супесчаных почвах), с уровнем грунтовых вод не менее 1,5 м. Роль фильтра выполняет почва. Она задерживает загрязнители, которые в дальнейшем разрушаются почвенными организмами. Эксплуатируются такие участки в течение 3 – 5 лет.

Поля орошения устраиваются на сельскохозяйственных угодьях. Стоки разбавляются чистой водой до безопасных концентраций и используются при поливе растений. На таких участках разрешается выращивать зерновые и декоративные культуры. Запрещено применять сточные воды на плантациях овощей, ягодников, в садах, на кормовых культурах. Требования, предъявляемые к этим территориям такие же, как и для полей фильтрации.

Биологические пруды – это искусственно сооруженные водоемы глубиной от 0.5 до 1.5 м, которые разбиваются на секции. Площадь прудов 0,5-1.0 га. Сброшенные сточные воды заселяются естественными организмами, которые связываются и регулируются загрязнителями.

Искусственная биоочистка проводится в специальных сооружениях: биофильтрах и аэротенках.

Биологические фильтры представляют собой железобетонные сооружения с лотками, на которых размещается пористый материал, с верха которого помещают активную биологическую плёнку.

Плёнка представлена водорослями, насекомыми и их личинками, дрожжами. Этим методом удаляются ПАВы, СПАВы, жиры, органические кислоты. Сточные воды медленно подаются на лотки, загрязнения усваиваются микроорганизмами, а чистая вода отводится в резервуары-накопители и дальше используется по назначению.

В аэротенках очистка от загрязнений осуществляется по всей толще воды. Это резервуар, в котором размещается активный ил (коллоидная масса минерального и органического состава, богатая микроорганизмами). Периодически проводится аэрация воды для того, чтобы активизировать работу микроорганизмов. Используются устройства для удаления растворенных в воде минеральных и органических веществ: азота, аммиака, аминокислот, нитратов, фосфора, калия и т.д.

2.4.5. МЕЛИОРАЦИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ.

Мелиорация земель является объективной необходимостью преобразования естественных природных комплексов. Рост населения и все возрастающее потребление продуктов питания приводит к постоянному вовлечению в сельское и лесное хозяйство новых земель – как засушливых, так и сильно увлажненных.

Изменение гидрологического режима переувлажненных земель в сочетании с последующей интенсивной сельскохозяйственной деятельностью на больших площадях нарушает сложившееся природное равновесие.

В настоящее время площадь осушенных земель Беларуси составляет около 3,4 млн. га, или 16,1% ее территории. Наибольшая площадь мелиорируемых земель сконцентрирована в Брестской, Минской и Гомельской областях.

Осушение и освоение болотных массивов оказывает влияние на все природные компоненты: почву, атмосферу, гидросферу, растительный и животный мир. Наряду с положительными моментами мелиорация имеет и негативные последствия широкомасштабного воздействия на окружающую среду.

В результате мелиорации изменяется водный режим как на осушаемых объектах, так и на прилегающих территориях, меняется качественный состав природных вод. Качество воды формируется под влиянием атмосферных осадков, выщелачивания почвенных элементов, объемов и технологий применения химических средств на полях, распаханности и лесистости водосборов и т. д. Отвод вод с увлажненных участков изменяет направленность и интенсивность процессов почвообразования. Перепахка таких земель усиливает аэрацию верхних горизонтов, окисление и разложение органического вещества почвы. Взамен накопления и консервации остатков растений происходит минерализация органического вещества, его «сработка». Это приводит к потерям плодородия торфяников и их деградации. Так, по данным Полесской мелиоративной станции осушение торфяников усилило минерализацию почвы на 30 – 40%, а на минеральных землях – соответственно на 10 – 20%.

Использование минеральных удобрений, известкового материала, регуляторов роста и пестицидов на водосборах увеличило дополнительно поток минеральных веществ в реки и озера Полесья. Общее солесодержание возросло в 2 – 5,5 раз. Особенно увеличилась концентрация солей кальция, калия, сульфатов, хлоридов.

Кроме минерализации вод, осушение вызвало снижение уровня грунтовых вод, существенно изменились режим водотоков и водоемов, движение подземных вод. Исчезают малые реки и озера, ручьи. Такие реки, как Усяж, Лошица, Тростянка, Слепня, Уша, Волма в летнее время полностью пересыхают или превращаются во временные водотоки. Большинство озер Полесья превратились в водохранилища, стали приемниками болотных вод. В результате мелиорации уменьшился водосбор озер Ореховское, Белое, Червоное и др. По данным Б.Ф. Фалиевского, за последние 10 лет уровень воды в озере Червоном упал на 4 – 11 см. Осушение изменило и водный режим почв, примыкающих к мелиоративным территориям. Зона влияния распространяется в пределах 1 – 2

км, реже – до 4 км, уровень грунтовых вод на таких участках может снизиться до 1,5 м.

Интенсивная обработка торфяников увеличила приток взвешенных частиц в природные воды, вследствие чего дно рек и озер подвергается заилению и зарастанию растительностью.

Под влиянием мелиорации в природных фитоценозах исчезают влаголюбивые виды растений. На смену осоковым, хвощовым и тростниковым сообществам приходят менее требовательные к увлажнению виды растений: вейничники, мятлики, красноовсянничники и др.

Изменяются и местные сообщества. Сосновые и берёзово-сосновые леса сменяются главным образом берёзовыми и осиновыми, редко еловыми и сосновыми.

Сельскохозяйственное освоение осушенных земель способствует прямому уничтожению естественных растительных сообществ и их полной замене агроценозами, характеризующимися определённым набором сельскохозяйственных культур и соответствующей сорной растительности.

Мелиорация изменила структуру и численность фауны Полесья. Спрявление рек, сопровождающееся уничтожением кустарниковой растительности по берегам, ухудшило условия обитания для бобров и водно-болотных птиц. В зооценозе исчезли такие виды как чёрный турпан, розовый пеликан, большой баклан, колпица. Уменьшилась численность чёрного аиста, скопы, орлана-змеееда. Однако, в зоне радиационного отчуждения, где человек прекратил свою хозяйственную деятельность эти виды стали вновь появляться. Сокращается число речных и норковых уток, боровой дичи (тетерева и глухаря). Тенденции в изменении зооценозов мелиорируемых земель свидетельствуют о необходимости поиска оптимальных приемов хозяйствования в этом регионе. Высокая эффективность сельскохозяйственного производства должна сочетаться с сохранением всего генофонда животного мира Полесья.

2.4.6.НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ.

В соответствии с Основами водного законодательства и «Правилами охраны поверхностных вод» разработаны и утверждены критерии качественной оценки вод. Наиболее распространенными нормативными показателями являются ПДК и ОДУ.

ПДК (предельно допустимая концентрация)- это максимальная концентрация загрязнителя, которая при ежедневном воздействии на организм в течение длительного времени не вызывает каких-либо нарушений и не ухудшает гигиенических условий водопользования. Химические токсиканты оказывают влияние на организм человека и на жизнь в водной среде. Поэтому экологическую нагрузку химического вещества на водную систему устанавливают с учетом следующих лимитирующих показателей вредности:

А) общесанитарного – влияние на общесанитарное состояние водного источника;

- Б) органолептического – влияние на органолептические свойства воды;
- В) санитарно-токсикологического – влияние на здоровье населения и обитающих в воде организмов.

Исследования воздействия вредных веществ на общий санитарный режим водной системы имеют своей целью предупредить нарушения процессов самоочищения воды. При этом определяется интенсивность процессов биохимического потребления кислорода (БПК), минерализация азотсодержащих веществ, развития и отмирания водной сапрофитной микрофлоры.

Анализ органолептических свойств воды (цвет, запах, вкус, окраска) имеет большое значение, так как по нему можно косвенно судить о присутствии химических загрязнителей.

Наиболее важным и сложным является изучение влияния химических соединений в воде на здоровье человека. Степень воздействия токсиканта устанавливают экспериментальным путем на животных, как правило, объектом исследования служат белые крысы. Опыт проводится в течение 6 месяцев с различными концентрациями вещества. Разработаны тесты, отражающие функциональное состояние организма. В настоящее время ПДК определены и утверждены по 500 веществам для водных систем суши и для 50 веществ – в морской среде.

ОДУ - ориентировочные допустимые уровни веществ в воде, разработаны на основе расчетных и экспериментальных методов прогноза токсичности и применяются только на стадии предупредительного санитарного надзора. Действует норматив до 3 лет.

Содержание каждого химического загрязнителя в воде не должно превышать ПДК или ОДУ. Если же обнаруживается несколько токсикантов, то допустимую нагрузку определяют с учетом лимитирующего показателя вредности. Если вещества относятся к одной категории вредности, то сумма отношений концентрации по каждому веществу к его ПДК не должна превышать единицы

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1$$

где C_1, C_2, C_n — фактическая концентрация химического вещества в воде, мг/л;
 $ПДК_1, ПДК_2, ПДК_n$ — предельно допустимый уровень веществ, мг/л

Состояние водных объектов оцениваются по индексу загрязнения воды (ИЗВ).

$$ИЗВ = \frac{\sum C_n / ПДК_n}{n}$$

где C_n — фактическая концентрация по каждому загрязняющему веществу, мг/л;
ПДК — предельно допустимая концентрация мг/л;
n — количество контролируемых веществ.

Контрольные вопросы к разделу 2. 4.

1. Какое значение имеет вода в природе и жизни человека?
2. Охарактеризуйте состояние водных ресурсов Республики Беларусь.

3. Назовите основные источники и виды загрязнения водных экосистем.
4. В чем состоит опасность загрязнения вод нефтепродуктами и синтетическими поверхностно активными веществами?
5. Какие мероприятия позволяют уменьшить поступление загрязнений в водные экосистемы?
6. Расскажите об основных методах очистки сточных вод.
7. Какое влияние на водные ресурсы Республики Беларусь оказывает сельскохозяйственное производство и мелиорация переувлажненных земель?
8. Как осуществляется контроль за состоянием водных ресурсов?

2.5 ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

2.5.1 СТРОЕНИЕ И СОСТАВ АТМОСФЕРЫ.

Атмосфера – воздушная оболочка Земли, сформировавшаяся в результате геологической эволюции и непрерывной деятельности живых организмов. Будучи наружной оболочкой планеты, она предохраняет земную поверхность от губительного действия космических факторов:

- Задерживает или ослабляет приток гамма-излучения, рентгеновских лучей и магнитных потоков.
- Предотвращает чрезмерные колебания температуры поверхности планеты.

Воздух является средой обитания для человека, животных и растений. На организм он оказывает влияние через такие физические процессы, как давление, влажность, температура, скорость движения, а также своим химическим составом.

Воздух обеспечивает дыхание аэробных организмов. В этом случае большое значение придается присутствию в атмосфере кислорода. При активном движении, в среднем, в течение суток человек потребляет 3660 л O₂. Чтобы обеспечить организм таким объемом кислорода, мы через легкие пропускаем около 12000 л воздуха. Такая норма обязательна потому, что у человека нет защитных механизмов от недостатка кислорода, чего не скажешь о воде и пище. Так, человек лишенный пищи может прожить 50 – 70 дней, воды – 5 – 7 дней, воздуха – 5 минут.

Атмосфера поддерживает процессы горения и разложения; обеспечивает и регулирует круговорот веществ и энергии; оказывает влияние на физические и химические свойства воды, почвы; переносит влагу и тепло, пополняет запасы азота в почве. Кроме этого, приземный слой атмосферы является приемником отходов разнообразных производств и транспортных средств.

Воздушная оболочка характеризуется резко выраженной неоднородностью в строении и составе. В ней условно выделяют следующие слои: тропосферу, стратосферу, мезосферу и термосферу.

1) Тропосфера – это приземная воздушная оболочка мощностью до 9-15 км (на полюсах – от 7 до 10, на экваторе 16-18). В ней сосредоточено до 80% всей

влаги и до 90% массы атмосферы. Температура воздуха не постоянная, при подъеме в высоту на каждый километр она понижается на 6°C , что вызывает движение воздушных масс. Именно в приземной оболочке активно проходят тепловые, физические, гидродинамические и химические процессы, которые определяют погоду и климат в различных точках планеты.

2) Стратосфера – распространяется до 15-50 км. Масса ее составляет 5% атмосферы. До высоты 25 км температура воздуха остается постоянной и над экватором она достигает минус $70 - 80^{\circ}\text{C}$, над полярными областями – минус $45 - 50^{\circ}\text{C}$. Выше 25 км температура возрастает в среднем на $1 - 2^{\circ}\text{C}$ на 1 км и достигает абсолютного нуля на высоте около 55 км. В ней расположен озоновый слой планеты, поглощающий жесткие ультрафиолетовые лучи, приходящие из космоса.

3) Мезосфера – 50 – 80 км, в ней содержится около 1,3% массы атмосферы и температура опять понижается до -80°C .

4) Термосфера лежит на высоте более 80 км от поверхности земли. В ней температура вновь увеличивается с высотой.

С подъемом вверх воздух становится всё разреженнее. Выше 600 км в его составе начинает преобладать гелий, а ещё выше, от 2000 до 20000 км располагается водородная корона Земли – оболочка из заряженных частиц, температура которой достигает десятков тысяч градусов.

Воздух тропосферы – это физическая смесь газов состоящая из

- Постоянных составляющих;
- Переменных примесей природного происхождения;
- Загрязнений, вносимых деятельностью человека;

К постоянным компонентам относятся: азот (N_2) – 78,08%, кислород (O_2) – 20,94%, аргон (Ar) – 0,93%, двуокись углерода (CO_2) – 0,03%, озон (O_3) – менее 0,00005%. Содержание водяного пара может колебаться от 0% (сухой воздух) до 4% (влажный).

2.5.2 ИСТОЧНИКИ И ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Загрязняющие атмосферу вещества поступают в твердом, жидком и газообразном состоянии. По происхождению их можно разделить на химические, физические, механические и биологические. Из **химических** примесей основными являются оксид углерода, соединения серы, азота, фтора, хлора.

Оксид углерода (CO – угарный газ) выделяется при неполном сгорании углеродистых веществ. Общие объемы его выбросов, в среднем за год, составляют $350 - 360 \cdot 10^6 \text{ т}$. Попадает он вместе с выхлопными газами автотранспорта (60% от общего объема) с выбросами промышленных предприятий, при сжигании твердых отходов, при пожарах. Это агрессивный ядовитый газ, без цвета и запаха. Отравляющее действие основано на способности угарного газа легко соединяться с гемоглобином. В результате образуется карбоксигемоглобин, вещество, блокирующее поступление кислорода в кровь.

Соединения серы в атмосферу воздуха выбрасываются в виде SO_2 , SO_3 , H_2S и CS_2 . Среди них преобладает сернистый газ - SO_2 . В основном он поступает при сжигании угля и мазута, при переработке сернистых руд, при горении горнорудных отвалов. Общие объемы выбросов достигают 270 млн. тонн в год. Это ядовитый, бесцветный с раздражающим запахом газ. Вызывает у человека кашель, насморк, головокружение. При длительном воздействии может вызывать удушье, бронхит, возможны поражения печени и кровеносной системы. В атмосфере сернистый газ окисляется до серного ангидрида - SO_3 . Этот газ вступает во взаимодействие с парами и превращается в серную кислоту. При низкой влажности воздуха кислотная аэрозоль может длительное время находиться во взвешенном состоянии, при высокой влажности оседает в виде тумана. Кроме этого, сернистый газ и серный ангидрид под действием солнечной радиации взаимодействуют с углеводородами, с аммиаком и могут адсорбироваться на поверхности твердых частиц, образуя сложные комплексы.

Сероводород (H_2S) и сероуглерод (CS_2) поступают в воздух в меньших объемах. Главными источниками выбросов являются предприятия по изготовлению искусственных материалов, нефтепромыслы, нефтеперерабатывающие и коксохимические заводы. Эти газы обладают резким раздражающим запахом и высокой токсичностью для живых организмов.

Соединения азота представлены в атмосфере оксидом (NO), диоксидом (NO_2), ангидридами (N_2O_3), закисью (N_2O_5), и аммиаком (NH_3). Источниками поступления этой группы соединений являются транспорт, предприятия по производству минеральных удобрений, красителей, искусственных волокон, красок и лаков, сельскохозяйственные производства. Особенностью этой группы загрязнителей является то, что под действием энергии солнечного луча они распадаются с образованием озона, перекисей и азотной кислоты. Кроме этого, соединения азота, серы, продукты их распада совместно с органическими примесями и твердыми частицами при участии ультрафиолетовых лучей образуют ядовитые комплексы, обладающие канцерогенностью и вызывающие мутации у живых организмов. Эти сложные химические комплексы называют фотооксидантами. Сюда относят органические нитраты и нитриты, перооксиацетилнитраты (ПАНы), пероксибензоилнитраты (ПБН), пероксипропионилнитраты (ППН), альдегиды, фенолы, эпоксиды. В условиях безветрия, при высокой температуре воздуха эти соединения образуют фотохимическую дымку или туман различной окраски.

Кроме этого, в атмосферу в больших объемах поступают и такие газы, как стирол, ацетон, изопрен, метан, дивинил и др. Их выбросы носят локальный характер.

К химическому загрязнению относится и промышленная пыль. Основными источниками ее поступления являются тепловые электростанции, работающие на угле, обогатительные фабрики, металлургические и нефтеперерабатывающие заводы, металлообрабатывающие и машиностроительные предприятия, бытовые свалки, транспортные средства. Пыль этих источников имеет сложный химический состав. В ней обнаруживаются соединения кремния, кальция

и углерода (несгоревший углерод, сажа, смола), оксиды металлов (таких как Fe, Mg, Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, As, Cd, Cr), пестициды, цемент, асбест. Еще большее разнообразие имеет органическая пыль, представленная алифатическими и ароматическими углеводородами.

Так, в выбросах машиностроительных заводов присутствуют токсические элементы Hg, Pb, Cd, в пылях лакокрасочных производств – Hg и Cd. Около 90% объемов выбросов Hg, Cd, Zn, и 50% Ni выделяется в атмосферу при сжигании каменного угля. Частицы, взвешенные в воздухе, различны по происхождению и химическому составу. Пыль образуется в результате работы промышленности, сжигания топлива, работы транспорта, выбросов твердых отходов. Из-за неполного сгорания топлива образуется сажа – нетоксичный порошок, на 90-95% состоящий из углерода. Сажа – хороший адсорбент тяжелых углеводородов, в том числе бензапирена, способного вызывать рак. Кроме сажи, в воздух выбрасываются частички золы (силиката кальция) и оксидов металлов, которые при взаимодействии с кислотой в атмосфере образуют сульфаты металлов, способные к проникновению в дыхательные пути. Особую опасность представляют тонкодисперсные, токсичные пыли с размером частиц 0,5-10 мкм, например асбест, т. к. он легко проникает в органы дыхания.

Частицы вызывают следующие эффекты:

1. Приводят к загрязнению поверхностей, требующих дополнительных затрат на очистку;
2. Становятся центром коррозии;
3. Влияют на погоду, являясь ядрами конденсации пара;
4. Отражают солнечную энергию;
5. Вызывают респираторные инфекции, в экстремальных ситуациях – смерть;
6. Вызывают рак в случаях, когда сажа сорбирует бенз(а)пирен. Это сочетание загрязнений обнаруживается во многих промышленных городах Беларуси.

К механическим загрязнениям атмосферы относятся механические частички почвы, кварца, гипса, шпата, которые попадают при проведении сельскохозяйственных работ в результате ветровой эрозии. В воздухе у льнозаводов обнаруживаются частички костры, у мукомольных заводов – частички муки. Эти загрязнения носят локальный характер. Их присутствие в приземном слое может вызвать аллергические эффекты, бронхиты, астмы.

Биологическое загрязнение атмосферы связано с увеличением численности патогенных организмов, пыльцы растений, спор грибов. Источниками поступления являются мясокомбинаты, бойни, кожевенные заводы, маслозаводы, элеваторы. Так в зерновой пыли содержатся споры различных грибов, в том числе лучистого грибка – возбудителя актиномикоза.

Линии электропередач, радио и телепередающие устройства, теплоцентры в условиях современного города являются источниками **физического загрязнения** атмосферы. В настоящее время уровень электромагнитных полей на отдельных территориях превышает уровень естественного поля в сотни раз.

Шум – одна из форм физического загрязнения окружающей среды, к которой живые организмы трудно приспособляются. В связи с этим электромагнитное и шумовое воздействие в настоящее время рассматривается как серьезные загрязнители биосферы, которые требуют измерения, регуляции и ограничения.

2.5.3 ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Проблема кислотных осадков. Кислотные осадки образуются в атмосфере в результате взаимодействия окислов азота и серы с парами воды. Если в атмосфере практически нет загрязнителей, то обычно у дождевой воды слабокислая реакция $pH=5,6$, что обусловлено присутствием угольной кислоты H_2CO_3 . Кислотные осадки имеют $pH=5,5$ или ниже. Выпадают они в большинстве промышленных районов мира. В Европе, по обеим побережьям США, на востоке Канады pH дождя и снега обычно около 4,5. Туман и роса могут быть еще более кислыми.

Действие кислотных осадков многообразно. Так, многие строительные материалы, такие как мрамор или известняк содержат углекислый кальций, вскипающий при взаимодействии с кислотой. Поэтому под серьезной угрозой находятся Афинский Акрополь, Королевский дворец в Амстердаме, памятники Кракова и многие другие. Металлические же поверхности начинают ускоренно ржаветь. Коррозия вызывает необходимость замены поврежденных деталей, а следовательно, значительные дополнительные расходы. Закисление воды приводит к тому, что яйцеклетки, сперма и молодь водных обитателей гибнут. Показателен в этом отношении опыт Д. Шиндлера, когда в канадской провинции Онтарио умышленно закислили два озера, доведя их pH с 6,5 до 5,0. При этом исчезла примерно одна треть видов и деградировала прибрежная зона, так как из почвы под действием кислоты выщелачиваются тяжелые металлы и алюминий, которые при попадании в озеро вызывают аномалии развития и гибель эмбрионов рыбы.

Ущерб лесам и сельскохозяйственным культурам происходит при нарушении защитного воскового покрова, в результате чего растения становятся уязвимы для болезней и вредителей, у них повышается транспирация из поврежденных листьев. Кроме этого, ионы H^+ делают менее доступными биогенные вещества почвы, снижают активность редуцентов и азотфиксаторов, что опять же ведет к дефициту биогенных веществ.

При подкислении происходит высвобождение тяжелых металлов в почвенный раствор, тогда как в естественных условиях они практически нерастворимы. Там, где содержание кислоты в воздухе достигает $0,23-0,32$ мг/м³, растительные ткани выглядят побелевшими, постепенно приобретают вид обожженных и в конце концов листья и хвоя опадают. Потери лесного и сельского хозяйства из-за кислотных осадков очень велики. Так, в отдельных лесах Китая, переживающего промышленную революцию, дефолиация крон отмечается

у 50-90% деревьев. Очень чувствительны к атмосферной кислоте яблоны, груши, люцерна и ячмень.

Ущерб здоровью людей связан с сульфатами - результатом реакции H_2SO_4 с различными оксидами. В виде аэрозолей они легко попадают в легкие, вызывая бронхиты и другие заболевания, при которых воздух плохо проходит по дыхательным путям. В печально известном лондонском смоге 1952 года, когда за 3 - 4 дня умерли более 4 тысяч человек, главным компонентом был именно сернистый газ в концентрации 5-10 мг/м³ и более.

Проблема потепления климата. За последние 100 лет среднегодовые температуры на планете возросли на 0,60°C. По прогнозам, к 2050 году ожидается дальнейший рост температуры на 1,5 – 4,5°C. При этом в полярных районах к этому времени климат потеплеет на 10°C, на экваторе - на 1 – 2°C. Вызывается потепление климата целым рядом газов: CO_2 , CH_4 (метан), NO_x , хлорфторуглероды, CO и другие. Основные источники потепления – CO_2 и CH_4 . Энергия солнца, достигая поверхности Земли, отражается от нее в виде инфракрасной (тепловой) реакции, которая задерживается примесями газов. Возникает так называемый "парниковый" эффект. Фактически выбросами CO_2 человек нарушил равновесие уравнения фотосинтеза. Только в 1988 году было выброшено около 5,66 млрд. тонн углерода, то есть по тонне на жителя планеты. Еще 1-2 млрд. тонн дала вырубка тропических лесов. На сегодня надо связать из атмосферы от 6 до 10 млрд. тонн углерода. Начались следующие процессы, развитие которых ожидается в будущем:

1) Изменится циркуляция атмосферы, из-за чего в Африке, в районе Сахары пойдут дожди. Напротив, в зерновом поясе США ожидается засуха, когда к 2050 году будет выпадать на 40 % меньше осадков, что вызовет пересыхание почвы и, следовательно, пыльные бури.

2) Начнется цепная реакция потепления, поскольку повышение температуры мало влияет на фотосинтез, но очень сильно ускоряет разложение органики. В результате приток CO_2 и метана в атмосферу а, значит, потепление только увеличится.

3) Возможна гибель лесов а, следовательно, дополнительные порции CO_2 и метана в атмосфере, поскольку каждый градус идущего потепления равноценен изменению климата на 100-150 км к югу. Экосистемы же за такой короткий срок не способны перестроиться.

4) Возрастет количество и сила тайфунов и ураганов, поскольку увеличится разница температуры воздуха между сушей и океаном.

5) Начнется ускоренное таяние ледников. По прогнозам, к 2100 году возможен подъем уровня Мирового Океана на 0,5-2 м. То есть, к 2075 году возможно затопление, при котором уйдет под воду 5 млн км² суши (3% земной поверхности). Это наиболее плодородные земли, где выращивается значительная часть мирового урожая. При этом могут быть выведены из оборота заболоченные земли - кормовая база животноводства, места обитания птиц, погибнут пляжи. Строительство же дамб и насыпей, которые могли бы защитить человечество - очень дорогостоящее мероприятие.

Стабилизация климата возможна, если довести выбросы парниковых газов до уровня 50-х годов. Это требует революции в мировой энергетике и землепользовании. Стратегия борьбы должна опираться на:

- 1) энергосбережение;
- 2) альтернативные источники энергии;
- 3) прекращение сведения лесов без лесовосстановления.

Проблема нарушения озонового экрана.

В условиях жёсткого ультрафиолета жизнь невозможна. От этого нас спасает стратосферный озон O_3 , отсекая 38 % всех приходящих из космоса лучей. На землю попадает менее 1 % ультрафиолета, который и вызывает сотни тысяч случаев рака кожи ежегодно. Большая часть озона сосредоточена на высоте около 25 км от поверхности земли.

Образование озона идет по следующей схеме:



Возможна и обратная реакция: $O_3 + O = 2O_2$. Следовательно, количество озона – результат двух противоположных реакций. Главной причиной разрушения озонового экрана считаются ХФУ (хлорфторуглероды - фреоны). Основные их представители - $CFCl_3$, CF_2Cl_2 .

ХФУ - газообразны, нерастворимы в воде, относительно инертны, негорючи, неядовиты. Под давлением становятся жидкостями, при повышении температуры испаряются.

Фреоны используются в производстве и быту: в качестве хладагентов в морозильных камерах, холодильниках; как пенообразователи и растворители при производстве полиуретановых материалов, в качестве распылителей в аэрозольных баллончиках. В настоящее время в атмосферу ежегодно выбрасывается около 500 тыс. т этих соединений. Около 40% от общего объема поступает из стран ЕЭС, 35% приходится на долю США, 10% - на Японию и 9,5% - на СНГ.

Снижение концентрации озона на 10-15% вызывает образование **озоновой дыры**. Первые сообщения об образовании озоновых дыр над континентами появились в 1988 году. В 1980 году дыры были обнаружены над Памиром и северными штатами США, в 1991 – 1992 гг. - над европейскими государствами.

Учитывая нависшую угрозу, в 1987 году в Монреале был подписан протокол Международного соглашения, направленный на борьбу против разрушения озона. Согласно этому протоколу страны, потребляющие более 0.3 кг в год фреонов на 1 жителя, обязались сократить их производство в 1999 году на 50%.

В 1989 году на встрече в Хельсинки под эгидой ООН в планы мирового сообщества поставлен отказ от ХФУ к 2000 году. Проблемой является то, что в

старом оборудовании накоплено много ХФУ, которые ещё долгие годы будут поступать в атмосферу.

2.5.4 ОХРАНА ВОЗДУХА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ.

Мероприятия по охране атмосферы условно делятся на 4 группы: организационно-хозяйственные, технологические, санитарно-гигиенические, а также меры по очистке воздуха.

К организационно-хозяйственным приемам относится создание в городах промышленных зон, куда перемещают все промышленные предприятия, вокруг которых создаются санитарные зоны с обязательным озеленением.

Технологические приемы предполагают создание и внедрение в производство безотходных технологий, в которых предусматривается утилизация и возвращение в производство ценного сырья или применение технологий, способствующих сокращению объемов выбросов.

К санитарно-гигиеническим приемам относится нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Контроль за качеством атмосферы в нашей республике начал осуществляться с 1965 года. Мониторинг проводится в 14 промышленных центрах, где установлено 48 постов. Регулярно отслеживается состояние воздуха во всех областных центрах, в Полоцке и Новополоцке, Бобруйске, Орше, Пинске, Мозыре, Светлогорске и Новогрудке. Воздух анализируется по следующим веществам: пыль, оксид углерода, диоксид и оксид азота, бензопирен, свинец, кадмий, фенол, формальдегид, сероводород и аммиак.

Главным критерием, характеризующим качество воздуха, является ПДК – предельно допустимая концентрация вещества. Основы гигиенического нормирования токсикантов в атмосфере были разработаны и сформулированы в 1949 году профессором В.Н. Рязановым. Допустимой считается такая концентрация вещества, которая не оказывает на человека прямого или косвенного вредного действия, не снижает его работоспособности, не влияет на самочувствие и настроение. Привыкание к вредному веществу рассматривается как неблагоприятный момент и доказательство недопустимости такой концентрации. Недопустимыми являются и такие концентрации вредных веществ, которые неблагоприятно влияют на растительность, климат, прозрачность атмосферы, бытовые условия жизни населения.

Для каждого вещества установлено два норматива: ПДКс.с. и ПДКм.р.

ПДКс.с. – среднесуточная – это предельно допустимая концентрация химического вещества в воздухе, которая не оказывает на человека прямого или косвенного вредного воздействия при длительном дыхании.

ПДКм.р. – максимально разовая – это концентрация химического вещества, которая при вдыхании в течение 30 минут не вызывает рефлекторных реакций у человека.

В настоящее время разработаны нормативы для 445 химических токсикантов. В современных условиях в воздушный бассейн одновременно поступают

химические загрязнители, обладающие одинаковым действием на живые организмы. При совместном их присутствии сумма отношений концентраций по каждому токсиканту C_1, C_2, \dots, C_n к собственному ПДК не должна превышать единицы.

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1$$

В промышленных центах, где ведутся наблюдения для оценки уровня загрязнения воздуха конкретным химическим веществом используют индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).

$$ИЗА = \left(\frac{C_k}{ПДК_{сс}} \right)^m$$

Комплексную оценку проводят по КИЗА.

$$КИЗА = \sum^n \left(\frac{C}{ПДК_{сс}} \right)^m$$

где C - концентрация вещества в воздухе, мг/м³;

m - безмерная константа, принимающая значения 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 соответственно для веществ 1; 2; 3; 4 классов опасности;

ПДК_{сс} – среднесуточное значение предельно допустимой концентрации, мг/м³;

Очистка выбрасываемого воздуха осуществляется следующими методами: химическим, физическим, механическим, биологическим.

Химическая очистка воздуха основана на связывании газов химическими реагентами с образованием солей. Так, окислы азота пропускаются через раствор персульфата аммония, из которого готовят сложные удобрения.

Уменьшение выбросов SO₂ возможно через промывку неорганической серы в воде, пириты, как более плотные, оседают на дно резервуара. Химическая очистка угля с использованием NaOH и Ca(OH)₂ позволяет освободить его от пириров и большей части органических соединений серы.

Широко обсуждается технология получения "жидкого угля", при которой около 95% соединений углерода растворяется в специальном органическом растворителе. Конечный продукт содержит серы менее 1% от исходного количества, имеет теплотворную способность выше на 30% и очень малую зольность. Растворитель же можно вернуть на новый цикл работы.

Самый надёжный на сегодня метод очистки отходящих после сжигания угля газов - их орошение известковым молоком. Этот процесс происходит в жидком фильтре - скруббере, где SO₂ связывается с образованием смеси сульфита кальция (CaSO₃) и сульфата кальция (гипс). Газы очищаются от серы на 80 %, от золы - примерно на 90%.

Физическая очистка воздуха предусматривает улавливание газов путем адсорбции с использованием мелкопористых адсорбентов (активированного угля, цеолитов, пористого стекла и др.).

Механическая очистка воздуха применяется для удаления твердых частиц и жидких примесей. Для борьбы с выбросами твердых частиц используются циклоны, фильтры, пылеулавители.

Очистка сухим способом осуществляется в циклонах, пылеосадительных камерах, вихревых циклонах, жалюзийных и ротационных пылеуловителях, электрофильтрах, фильтрах. В циклоне газ заставляют двигаться, вращаясь по стенкам корпуса установки. Частицы центробежной силой отбрасываются на стенки. Пылевой слой падает в бункер-накопитель. Газ завихряется в центре и уходит вверх. Ротационный пылеуловитель имеет сходный принцип работы. В центре спирального кожуха имеется вентилятор, создающий завихрения. При этом центробежная сила откидывает частицы к стенкам и они попадают в пылеприемник.

Вихревой циклон отличается нижней подачей газа с завихрением сверху. В электрофильтре частицы в электрическом поле заряжаются и оседают на металлических листах-коллекторах, которые периодически очищаются. Воздушный вакуумный фильтр фактически работает как большой пылесос.

Для очистки мокрым способом используют скрубберы Вентури, форсуночные скрубберы, пенные аппараты и др. При этом частицы пыли осаждаются на поверхность либо капель, либо пленки жидкости.

Основным источником загрязнения воздуха в Беларуси является автотранспорт. Его доля в общих выбросах составляет 76-79%. Особенно высокая транспортная нагрузка ложится на крупные промышленные центры. Поэтому в городах регулируется передвижение транспортных средств:

- Перераспределяется движение транспорта с центральных улиц города на другие, вплоть до запрета грузотранспортных перевозок;
- Вдоль магистралей производится посадка воздухозащитных лесных полос;
- На центральных улицах организуется "зеленый проезд", то есть водителю предлагается двигаться с определенной скоростью, что позволяет исключить остановки автомобиля на перекрестке в ожидании разрешающего сигнала светофора;
- Для перевозки населения широко используется электрический транспорт – метро, трамвай;
- Для транзитного транспорта вокруг городов устраиваются объездные магистрали.

Большая роль в защите атмосферы от загрязнения отводится совершенствованию двигателей внутреннего сгорания. Автомобили, выпускаемые нашей промышленностью, в зависимости от марки, расходуют на 100 км пробега от 8 до 10 л бензина. В то же время в Германии, Японии расход топлива в автомобиле может составлять 2,5 – 3 л.

Создание принципиально новых систем двигателей – электромобиль. В США создан двигатель, работающий на жидком азоте. Одним из перспективных видов топлива является жидкий водород.

Важное значение имеет и сокращение содержания свинца в горючем. Для предотвращения детонации к бензину добавляются тетроэтиловый и тетраметилсвинцовый свинец. Наши автомобили работают на топливе, содержащем в 1 л бензина 1 г свинца. В Западной Европе максимальное количество свинца не должно превышать 0,4 г на 1 л топлива.

Чтобы лучше сгорало топливо и меньше поступало в атмосферу угарного газа, углеводородов, сажи, к топливу добавляются присадки. Так, барийсодержащие присадки снижают содержание сажи в выхлопных газах на 70 – 90%, на 60% уменьшают выброс канцерогенных веществ. Кроме присадок, перспективным приемом является использование нейтрализаторов выхлопных газов. Это специальные устройства для связывания выхлопных газов. Значительно оздоровит атмосферу и газификация автотранспорта.

Контрольные вопросы к разделу 2.5.

1. Расскажите об основных функциях атмосферы, ее строении и составе.
2. Дайте классификацию источникам и видам загрязнения приземного воздуха.
3. Что такое "озоновая дыра" и какие химические вещества способствуют разрушению озона?
4. Какие загрязнения атмосферы вызывают глобальное потепление?
5. Назовите основные пути стабилизации климата.
6. Каковы причины образования кислотных осадков?
7. В чем опасность загрязнения атмосферы для человека, растений и животных?
8. Как нормируются выбросы в атмосферу загрязняющих веществ?
9. Перечислите основные приемы по охране воздуха от загрязнений в промышленности и на транспорте.
10. Какова роль зеленых насаждений в очистке атмосферного воздуха?

2.6. ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОСТОЯНИЕ И ОХРАНА.

2.6.1. ПОЧВА КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ.

Почва – это поверхностный слой земной коры (точнее коры выветривания), который образуется и развивается в результате взаимодействия растительности, животных, микроорганизмов, горных пород и является самостоятельным природным образованием. Почва представляет собой экологическую систему, которая, наряду с Мировым океаном, оказывает решающее влияние на всю биосферу. Она активно участвует в круговороте веществ и энергии в природе, поддерживает газовый состав атмосферы Земли.

В почве постоянно и одновременно протекают физические, химические, физико-химические и биологические процессы. В этом сложном комплексе взаимосвязанных и взаимообусловленных явлений ведущее, основное значение имеет биологический процесс, без которого нет почвообразования а, следова-

тельно, и почвы. Почвообразовательные процессы происходят благодаря взаимодействию микроорганизмов, растений и животных, обитающих в почве и в результате коренных изменений физических, химических и биологических свойств горной породы.

Наиболее древними почвообразователями являются микроорганизмы (бактерии, грибы, водоросли, актиномицеты). Они осуществляют в почвах и в целом в биосфере процессы, играющие важную роль в биологическом круговороте веществ и потоке энергии. Главная функция микроорганизмов в почвообразовательных процессах – разложение и минерализация органического вещества.

Основной функцией высших растений в почвообразовательном процессе является синтез органического вещества и аккумуляция в нем солнечной энергии. Органическое вещество в процессе фотосинтеза накапливается в различных частях растений, а после их отмирания переходит в почву и подвергается минерализации. Скорость процессов минерализации органического вещества и состав образующихся при этом соединений во многом зависят от типа растительности. Продукты разложения хвои, листьев, древесины, травянистого покрова различны по химизму и по влиянию на процесс почвообразования. В сочетании с другими факторами это приводит к формированию различных типов почв.

Главная функция животных (черви, грызуны, насекомые, простейшие) в почвообразовательном процессе – это потребление и разрушение органического вещества, а также перераспределение запасов энергии.

Наиболее существенным результатом почвообразовательного процесса является почвенный гумус, это высокомолекулярное органическое вещество почвы, образующееся за счет разложения растительных и животных остатков и продуктов жизнедеятельности, – перегной. Гумус является одним из последних звеньев пищевых цепей от фотосинтезированного органического вещества до конечных продуктов его минерализации: воды, углекислоты, аммиака, нитратов и окислов азота, сероводорода и метана, простых окислов железа, алюминия, кремния, карбонатов, сульфатов, фосфатов. В итоге синтеза и минерализации почвенного гумуса на суше образовался гумусовый горизонт, что является всеобщим и наиболее важным результатом биологического круговорота веществ и биогенной трансформации горных пород в почву. Ничтожная по мощности, эта оболочка — энергетически и биологически наиболее активная часть почвенного покрова, определяющая уровень и потенциальные возможности его плодородия.

В процессе образования сложнейших органических соединений почва обогащается не только гумусом, но и биофильными элементами такими, как С, Р, S, К, Са, Zn, I, Мо, Си и др. и приобретает определенный уровень плодородия. Без гумуса и вторичных минералов нет плодородия почв, а без плодородной почвы нет земледелия.

Плодородие почвы, совокупность свойств почвы, обеспечивающая урожай сельскохозяйственных растений. Плодородие зависит как от наличия элемен-

тов питания в доступной для растений форме, так и от всего комплекса взаимосвязанных и взаимообусловленных физических, химических и биологических процессов. Плодородная почва должна содержать в себе достаточное количество влаги, воздуха для дыхания растений и микроорганизмов, все необходимые вещества для питания растений в усвояемой форме. Почва должна обладать определенными тепловыми свойствами, иметь реакцию почвенного раствора, благоприятную для развития растений, в ней не должно быть соединений, вредных для растений.

Почва имеет важное значение в общем круговороте веществ. При взаимодействии с ней различных элементов природы образуются сложные экологические системы (биогеоценозы), которые выполняют в биосфере планеты важнейшие функции, обеспечивают существование жизни на Земле. Она служит средой жизни и субстратом для развития растений и животных.

Особенно велика роль почвы в жизни человека, так как именно благодаря ей человек получает основные необходимые продукты питания для своего существования (99%). Почва и ее плодородие — это незаменимый и важнейший источник пищевых ресурсов человечества, главное богатство, от которого зависит наша жизнь. Воздействие человека на природу не всегда гармонирует с законами природы, продуктивностью почв. В таких случаях почвенные процессы отклоняются от нормы. Почва истощается, деградирует, разрушается или совсем исчезает (эрозия, засоление, заболачивание).

Природоохранное значение почв все возрастает, поскольку почвенные ресурсы не беспредельны, а население на планете увеличивается. Поэтому использование и охрана почв должны основываться на учете и разнообразной роли ее в природе и жизни человека, ибо любой ущерб, наносимый почве, отрицательно сказывается на всем комплексе природных условий.

2.6.2. ПОЧВЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.

Современные почвы Беларуси сформировались под совокупным влиянием почвообразующих пород, относительно низкого и выровненного рельефа, умеренно теплого и влажного климата, типичной для южно-таежной подзоны лесной зоны растительности, животного мира, производственной деятельности человека. Это обусловило развитие в основном подзолистого, дернового и болотного процессов почвообразования в чистом виде или их сочетании и формирование следующих основных типов почв: дерновых и дерново-карбонатных, дерново-подзолистых, дерново-подзолисто-заболоченных, торфяно-болотных, пойменных дерновых.

Преобладающими генетическими типами почвообразующих пород являются собственно ледниковые (моренные), потоково-ледниковые, озерно-ледниковые, древнеаллювиальные, эоловые (лессовидные и дюнно-песчаные), современные аллювиальные, озерные и озерно-болотные отложения. По меха-

ническому составу они представлены: глинистыми и тяжелосуглинистыми (0,3% общей площади сельхозугодий), легко- и среднесуглинистыми (30,2), супесчаными, подстилаемыми суглинками (19,0%) и песками (17,9%), песчаными, подстилаемыми суглинками (2,5%) и песками (11,3).

Дерновые и дерново-карбонатные почвы (0,2% общей площади сельхозугодий) обладают наиболее высоким естественным плодородием и согласно качественной оценке получили балл- 100.

Наиболее широко распространенные на территории Беларуси дерново-подзолистые почвы (57,3%) в большинстве своем не отличаются высоким естественным плодородием вследствие низкого содержания гумуса и питательных веществ, повышенной кислотности, плохой аэрации, завалуненности, мелко-контурности угодий. Плодородие дерново-подзолистых заболоченных почв кроме того снижается из-за их неблагоприятных водно-физических свойств.

Дерновые и дерново-карбонатные заболоченные почвы (9,0%) характеризуются хорошо выраженным и достаточно мощным перегнойным горизонтом зернисто-комковатой структуры, нейтральной или близкой к нейтральной реакцией среды, высокой насыщенностью основаниями, большой объемной массой, хорошей удерживающей способностью. Достаточно высокое потенциальное плодородие этих почв снижается из-за постоянного переувлажнения.

Торфяно-болотные почвы (16,3%) обладают значительным потенциальным плодородием главным образом вследствие высокого содержания органического вещества. Однако реализация этого потенциала возможна после оптимизации водно-воздушного режима почв и удобрений в усвояемой форме.

Пойменные дерновые заболоченные почвы (5,3%) приурочены к поймам рек. Они характеризуются достаточно высоким естественным плодородием и используются главным образом под сенокосы и пастбища.

Земельный фонд Республики Беларусь составляет 20759,6 тыс. га, из него сельскохозяйственные земли – 9338,8 тыс. га (45%), лесные земли — 8277,5 (39,9%), земли, находящиеся под болотами — 957,6 (4,6%), под водой — 473,2 (2,3%), дорогами и прогонами — 350,2 (1,7%), улицами, площадями и другими местами общего пользования — 190,7 (0,9%), постройками и дворами — 295,5 (1,4%), нарушенные и прочие земли — 876,1 (4,2%), в том числе бывшие сельскохозяйственные земли, загрязненные радионуклидами — 256,9 тыс. га (1,9%).

В стране наблюдается достаточно устойчивая тенденция сокращения площадей сельскохозяйственных земель, особенно сенокосов и пастбищ, в результате их отводов для строительства промышленных и иных объектов, резкого сокращения объемов мелиоративных и культуртехнических работ, увеличения площадей заросших кустарником и заболоченных земель. Долговременное отрицательное влияние на баланс площадей сельскохозяйственных земель оказывают последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Площадь лесных и прочих лесопокрытых земель за последние 5 лет увеличилась на 48,3 тыс. га за счет перевода в эту категорию заросших кустарником и мелколесьем бывших сельскохозяйственных земель, а также посадки 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 за последние 5 лет возросла на 23,3 тыс. га. Пахотные земли республики в различной степени завалунены (9,7 %). 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.

2.6.3. ЭРОЗИЯ ПОЧВ.

На территории Беларуси более 3,8 млн. га сельскохозяйственных угодий являются эродированными и эрозионноопасными. В некоторых районах в пределах Минской, Новогрудской, Гродненской, Витебской возвышенностей, Оршанско-Могилевского плато, на территории Полесья площади эродированных земель составляют 40 % и более от общей площади пахотных угодий. В центральной и северной частях территории Беларуси наиболее широко распространена водная эрозия (плоскостная и линейная), в южной части — ветровая.

Разрушающее воздействие воды, ветра и антропогенных факторов на почву и подстилающие породы, снос наиболее плодородного, верхнего слоя или размыв называется **эрозией почвы**. По характеру проявления эрозионных процессов различают нормальную, или геологическую, и ускоренную, или антропогенную эрозию.

Нормальная эрозия — протекает повсеместно под лесной и травяной растительностью. Она проявляется очень слабо, и происходящая при этом потеря почвы полностью восстанавливается в течение года благодаря почвообразовательным процессам.

Ускоренная эрозия — развивается там, где естественная растительность уничтожена и территория используется без учета ее природных особенностей.

Наибольшее значение получили следующие виды эрозии почвы: водно-плоскостная и линейная, или вертикальная; ветровая; ирригационная; промышленная; абразия; пастбищная; механическая.

Водно-плоскостная эрозия — смыв верхних горизонтов почвы на склонах при стекании по ним дождевых или талых вод сплошным потоком или ручейками.

Линейная эрозия вызывается талыми и дождевыми водами, стекающими значительной массой, сконцентрированной в узких пределах участка склона. В результате происходит размыв почвы в глубину, образование глубоких промоин, рытвин, которые постепенно перерастают в овраги.

Ветровая эрозия, или дефляция почв заключается в выдувании и переносе ветром мелких частиц почвы.

Ирригационная эрозия наблюдается в районах орошаемого земледелия. Она проявляется при небольших уклонах при значительной величине поливной струи. При этом вымываются гумус и доступные для растений элементы питания, в целом снижается эффективность плодородия.

Промышленная эрозия возникает в результате разработок полезных ископаемых, строительства жилых и производственных зданий, прокладки дорожных магистралей, газо- и нефтепроводов.

При эрозии, называемой **абразией** (обрушение берегов рек и других водоемов), сокращается площадь пашни и пастбищ, заиляются водоемы.

Пастбищная эрозия — это разрушение почвы, возникающее при перегрузке пастбищ скотом. Следует строго регулировать выпас скота с учетом поголовья, вида животных и стравленности пастбищ.

При выполнении сельскохозяйственных работ на склонах наблюдается систематическое перемещение пахотного горизонта вниз по склону, приводящее к постепенному разрушению почвенного покрова и снижению плодородия. Образуется так называемая **механическая эрозия почв**. Наиболее сильно она происходит на мелко- и среднехолмистых, бугристых землях.

В целях борьбы с эрозией почв осуществляется система противоэрозионных мероприятий организационно-хозяйственного (правильная организация территории), агротехнического, лесо- и гидромелиоративного характера. На территории Беларуси они проводятся на площади более чем 600 тыс. га. Засажено лесом более 125 тыс. га песков, 5 тыс. га оврагов, берегов рек и водоемов, посажено 3,5 тыс. га полезащитных полос. Вместе с тем борьбу с эрозией почв следует проводить комплексно с учетом природных и экономических особенностей каждого хозяйства. Для проведения противоэрозионных мероприятий изучается рельеф почвы, растительность, вводятся специальные севообороты, дорожная сеть располагается с учетом рельефа.

2.6.4. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ.

Источниками нарушения и загрязнения почвенного покрова являются также промышленные центры, транспорт и сельскохозяйственное производство. Общая площадь сельскохозяйственных угодий, загрязненная выбросами предприятий городов, промышленных центров и автотранспорта, превышает в Беларуси 0,6 млн. га. На территории Республики наибольшему загрязнению подвержены почвы в городах и зонах их влияния. Данные обследования почв 37 городов свидетельствуют об имеющем место загрязнении городских почв свинцом, цинком, кадмием, сульфатами и другими поллютантами. Содержание загрязняющих веществ в почвах городов изменяется в широких пределах: от минимальных значений, близких к фоновым в районах новостроек до концентраций, в десятки раз превышающих фоновые в зонах влияния промышленных предприятий и в старообжитых районах городов. Максимальное содержание свинца в почвах зафиксировано в Новополоцке - 370,0 мг/кг, Светлогорске - 183,3; Бресте - 178,2; Речице - 128,2; и Волковыске - 109,2 мг/кг. Наибольшее

содержание цинка обнаружено в почвах Гродно - 441,0 мг/кг, Бобруйска - 219,0; Борисова - 134,0; Витебска - 129,0 мг/кг. Самое высокое содержание кадмия установлено в почвах городов: Светлогорск - 3,5 мг/кг; Брест - 2,11; Лунинец - 1,6; Орша и Полоцк - 1,3 мг/кг. Максимальное содержание меди обнаружено в почвах Минска - 137,7 и Орши - 86 мг/кг.

Загрязнение почв, связанное с сельскохозяйственным производством, в условиях Беларуси проявляется в избыточном накоплении химических веществ в результате известкования кислых почв, внесения минеральных удобрений и пестицидов, а также чрезмерного полива сельскохозяйственных угодий стоками животноводческих комплексов.

Несмотря на то, что на территории Беларуси имеются значительные площади кислых почв, в результате технологических и организационных нарушений системы известкования более 150 тыс. га почв переизвесткованы. Недобор сельскохозяйственной продукции по этой причине составляет по Республике около 65 тыс. кормовых единиц.

Как показали исследования агрохимической службы, интенсивное применение минеральных и органических удобрений обусловило не только позитивные изменения агрохимических свойств почв, но и проявление негативных тенденций избыточного накопления элементов питания. В целом по Республике Беларусь избыточное накопление биогенных элементов произошло на 6% пахотных земель.

Для рационального использования минеральных и органических удобрений на посевах сельскохозяйственных культур следует в большей мере применять методы почвенной и растительной диагностики.

Почвы пахотных земель республики в значительной степени загрязнены пестицидами. Ими обрабатывается ежегодно около 3,5 млн. га сельхозугодий. Почвы удерживают остаточное количество неразложившихся пестицидов. В единичных случаях их содержание в почвах превышает предельно допустимые уровни. Несмотря на то, что в Республике ДДТ не применяется с 1974 года, остаточное его количество до сих пор фиксируется в почве. Таким образом, необходимо переосмыслить и на глубокой научной основе переоценить роль профилактических факторов оздоровления фитосанитарной ситуации в земледелии. С этой целью следует: 1) разработать структуру севооборотов с учетом почвенно-климатических условий в соответствующей зоне возделывания, социального заказа, экологической безопасности и экономической эффективности; 2) изучить регулирующую роль агротехнических приемов (обработка почвы, сроки сева, система удобрений, мелиорация и т.д.), оценить фактическую долю влияния каждого фактора отдельно и в совокупности на снижение численности сорных растений, фитофагов и возбудителей заболеваний; 3) обеспечить введение новых сортов сельскохозяйственных растений только при наличии в их генотипе признака полевой устойчивости к доминирующим вредителям и болезням; 4) разработать систему мер по охране, привлечению и активизации природного комплекса организмов, регулирующих возникновение эпифитотий и вспышек массовой численности популяции вредителей; 5) ис-

пользуя системный анализ, разработать эколого-экономические пороги целесообразности применения активных средств защиты растений. Кроме того, необходимо совершенствовать средства защиты растений, главным образом химического синтеза, в направлении снижения норм расхода пестицидов, их токсичности, улучшения препаративных форм, быстрой деградации пестицидов в природе, повышении безопасности для человека и объектов окружающей среды.

2.6.5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАВОЗА И ЕГО БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА.

Промышленное животноводство получило распространение во многих странах, включая нашу республику. Оно позволило резко снизить затраты труда и кормов на производство единицы продукции. Вместе с тем с переводом животноводства на промышленную основу обострилась проблема охраны окружающей среды от загрязнений, связанная с накоплением бесподстилочного навоза, в том числе и стоков. На животноводческих комплексах республики образуется до 35-40 млн. куб. м стоков в год, основной формой утилизации которых является их использование на полив. Превышение норм, полива несоблюдение сроков и способов внесения навоза в почву обусловило загрязнение почв нитратами, хлоридами, калием и фосфором, в меньшей степени - сульфатами и другими веществами. Стоки животноводческих комплексов загрязняют почвы водорастворимыми и обменными формами этих элементов, а так же большим количеством патогенных микроорганизмов, вирусов, яиц, личинок гельминтов, семян сорных растений, длительное время сохраняющих жизнеспособность в стоках, почве и водоемах. Почвенно-геохимические аномалии простираются на 3-5 км от животноводческих комплексов. Корма, полученные на таких почвах, отличаются высоким содержанием нитратов и часто непригодны для скармливания скоту по санитарным нормам.

Таким образом, промышленное животноводство осложнило экологическую обстановку. Первоочередными мероприятиями по ее улучшению являются расширение площадей утилизации стоков, особенно под многолетними злаковыми травами, выравнивание поверхности орошаемых земель, сокращение объема жидких органических удобрений путем перехода на водосберегающие технологии навозоудаления, исключение из практики вневегетационных поливов. Кроме того, стоки животноводческих комплексов перед внесением на сельскохозяйственные угодья нужно обязательно обеззараживать. Для обеззараживания животноводческих стоков аграрной наукой предложено несколько способов: механический, биологический – аэробный и анаэробный, способ длительного выдерживания в емкостях, термический, химический физический и комбинированные. Однако для сельского хозяйства приемлемы только такие способы обеззараживания животноводческих стоков, которые гарантируют необходимый санитарный эффект при максимальной сохранности питательных веществ и минимальных затратах труда и средств.

У нас в стране практически нерешенной остается проблема утилизации навозных стоков больших животноводческих комплексов. Также на селе накапливаются миллионы тонн других отходов: солома, листья деревьев, ботва, опилки, коммунальный ил очистных сооружений и прочее. Их можно пустить в производство и получить ценное удобрение - **биогу́мус**, отличающийся непревзойденными качествами для повышения плодородия почв и получения экологически чистой продукции. Биогу́мус является продуктом жизнедеятельности дождевых червей (вермикультура). Черви красного калифорнийского гибрида - это искусственно выведенная популяция червя, которая отличается повышенной продолжительностью жизни, плодовитостью, способностью перерабатывать большие объемы органики в короткие сроки. Полученный биогу́мус оказывает многостороннее положительное действие на агрохимические, физико-химические и биологические характеристики почв. В биогу́мусе аккумуляровано большое количество макро- и микроэлементов, непосредственно усваиваемых растениями, имеются ростовые вещества, витамины, антибиотики, 18 аминокислот и полезная микрофлора. Биогу́мус можно использовать для всех сельскохозяйственных культур. Кроме того, черви пригодны в живом и вареном виде для скармливания свиньям, птице, прудовой рыбе, КРС, для приготовления кормовой муки. Широкое развитие вермикультуры позволит без существенных затрат перерабатывать все органические отходы села, поселков и городов в биогу́мус, очистить окружающую среду путем замены биогу́мусом химических удобрений, производить чистую, не содержащую нитратов сельскохозяйственную продукцию, оживить заболелые почвы, восстановить их плодородие, очистить от вредных веществ, а также производить высокоценный кормовой белок.

2.6.6. МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ.

Мелиорация земель представляет собой комплекс мероприятий, направленных на улучшение основных факторов жизни растений, среди которых подпадают регулированию вода, воздух, тепло содержание элементов питания.

Рациональное использование мелиорированных земель основывается на соблюдении следующих приоритетов:

- Эффективное производство экологически чистой сельскохозяйственной продукции;
- Создание благоприятных условий жизни и труда сельского населения;
- Сохранение почв и почвенного покрова от деградации, а водных источников – от истощения и загрязнения.

В настоящее время площадь осушенных земель Беларуси составляет 3373, 4 тыс. га или 16,1% ее территории. Иными словами, из общей площади переувлажненных земель республики (7619, 9 тыс.га) мелиорировано 43,9 %. Исходя из названных объемов выполняемых мелиоративных работ, особенно актуальным является решение комплекса проблем, связанных с повышением эффективности мелиоративного земледелия.

В различных природных зонах Беларуси принципы, методы и объекты мелиорации существенно различаются. Это связано с особенностями почвенно-климатических условий регионов и со сложившейся в течение многих лет системой ведения сельскохозяйственного производства.

Современное мелиоративное земледелие – это прежде всего вторжение в природные комплексы и их изменение. Здесь сталкиваются инженерные, агрономические, экологические и многие другие задачи, успешное решение которых требует всестороннего анализа и совместных усилий различных специалистов. Осушение торфяников коренным образом изменяет направление почвообразовательных процессов. Под влиянием окисления и микробиологической деятельности в замен накопления и консервации пожизненных остатков растений наступает период разложения и минерализации органического вещества, так называемая сработка торфа. В итоге раньше или позже торфяник исчезает.

Общая площадь болот и заболоченных земель в Белорусском Полесье составляет более 44% от всей территории региона.

Высокая заболоченность территории Полесья была большим тормозом в экономическом и социальном развитии региона, где из-за переувлажнения недобираются до 40% урожаев сельскохозяйственных культур. Вместе с тем в Полесье часто бывают продолжительные периоды без дождей, а каждый четвертый год относится к засушливым. Поэтому Полесье представляет собой зону земледелия с неустойчивым земледелием, где необходима мелиорация с двухсторонним регулированием влаги в почве.

Мелиоративное освоение болот породило множество экологических проблем, которые можно свести к четырем уровням значимости: глобальному, европейскому, региональному и локальному (ландшафтному).

Глобальный уровень связан с планетарной ролью болот как регулятора состава атмосферы.

Европейский уровень экологических проблем связан с очевидными трансформациями климата (нарастание его континентальности и уменьшения количества осадков в центральной части материка).

Региональный уровень экологических проблем связан с коренным преобразованием природного облика Полесья, хотя представление об его исключительной заболоченности преувеличено. Более половины территории региона занимают лесные массивы. Снижение уровня грунтовых вод породило ряд проблем ведения лесного хозяйства.

Локальный уровень связан с изменением ландшафтов под воздействием факторов мелиорации (сработка торфа, дегумификация песчаных почв, дефляция и др).

Мелиоративное земледелие – это всегда упрощение экологической системы, замена сложных биологических сообществ сравнительно простыми и менее устойчивыми по сравнению с природными аналогами. Консервация природы сейчас практически невозможна, и человек неизбежно становится созидательно-разрушительной биологической силой.

2.6.7. НЕДРА, ИХ СОСТОЯНИЕ И ОХРАНА.

2.6.7.1. МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.

В недрах Беларуси, еще до недавнего времени считавшейся бедной минерально-сырьевыми ресурсами, в настоящее время выявлено и разведано 5 тысяч месторождений, представляющих около 30 видов различных полезных ископаемых. Это стало возможным благодаря осуществлению более масштабных и целенаправленных геологических, геофизических и других исследований не только поверхностных, но и более глубоких слоев земной коры. Важнейшими для Республики являются калийные и каменные соли, нефть, торф, строительные материалы, агроруды, полезные пресные и минеральные воды.

Выявлено два месторождения калийных солей, разведанные запасы которых составляют 9,7 млрд. т., а прогнозные - свыше 80 млрд. т. Разрабатывается Старобинское месторождение, на базе которого работает ПО "Беларуськалий". Запасы каменной соли на трех разведанных месторождениях превышают 22 млрд. т., т.е. практически неисчерпаемы. На базе Мозырского месторождения работает солевыварочный комбинат с объемами годовой добычи около 400 тыс. т соли.

Из горючих полезных ископаемых на территории Беларуси выявлены месторождения нефти, природного газа, торфа, бурых углей и горючих сланцев.

Балансом учтено 52 месторождения нефти, из которых около 30 эксплуатируются, а остальные относятся к категории разведываемых или законсервированных. Общие извлекаемые запасы нефти оценены примерно в 74 млн. т. Обеспеченность разведанными запасами нефти на уровне годовой добычи (около 2,0 млн. т.) составляет примерно 35 лет. Растворенный газ добывается попутно. Годовые объемы его добычи составляют около 300 млн. куб. м.

Торф является одним из наиболее распространенных и эксплуатируемых видов горючих полезных ископаемых, на основе которого выпускается коммунально-бытовое топливо, составляющее в топливном балансе республики 68,5%. Общие извлекаемые запасы составляют 0,32 млрд. т. Годовые объемы добычи топливного торфа составляют, в зависимости от климатических условий сезона, около 4-5 млн. т. Обеспеченность народного хозяйства в торфе при таком уровне добычи составляет примерно 20-25 лет. Снижение добычи торфа на удобрение предусмотрено программой "Экология" с заменой его сапропелем.

Запасы сапропелей выявлены более чем в 500 озерах и их прогнозные оценки составляют 3 млрд. м³.

На территории Беларуси разведано два месторождения бурого угля (Житковичское и Бриневское) с общими запасами более 99 млн. т., которые в настоящее время не эксплуатируются.

Прогнозные запасы горючих сланцев оцениваются в 11 млрд. т. и образуют крупный сланценосный район в пределах Припятского прогиба площадью 20 тыс. км².

На юге республики разведаны месторождения строительного камня, запасы которого превышают 350 млн. м³. На базе месторождения "Микашевичи" работает ПО "Гранит" по производству щебня и искусственного песка, где ежегодно объемы добычи камня составляют около 5 млн. куб. м., что обеспечит действующие производственные мощности на 70-75 лет.

Месторождения строительных материалов встречаются практически во всех районах Беларуси. Запасы глинистого сырья составляют около 250 млн. м³. В баланс запасов строительных песков включено более 80 месторождений, объемы сырья в которых составляют около 200 млн. м³. Разведано также 2 месторождения стекольных и 3 месторождения формовочных песков. Территория региона обладает большими запасами песчано-гравийных материалов, оцениваемых более чем в 700 млн. м³. Разведано более 70 месторождений карбонатного сырья (мел, мергель, доломит).

В породах фундамента выявлены месторождения железных руд (Околовское и Новоселковское) с общими запасами 700 млн. т., которые пока не имеют промышленного значения из-за низкой концентрации железа и глубокого залегания. С породами фундамента могут быть связаны месторождения черных и цветных металлов. В Припятском прогибе обнаружены бокситдаунсонитовые образования, являющиеся перспективными для получения алюминия и соды. Кроме перечисленных полезных ископаемых, территория Беларуси перспективна на обнаружение фосфоритов, медной руды, титана, циркония, алмазов, ртути, янтаря, редкоземельных элементов.

Важное значение имеют месторождения подземных вод: пресных питьевых и технических, минерализованных — бальнеологических и промышленных. Богата Беларусь минеральными рассолами, из которых можно получать йод, бром, калий, магний, стронций и другие редкие и рассеянные элементы. Есть перспектива на открытие родоновых вод.

2.6.7.2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ ДОБЫЧЕ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ.

Добыча полезных ископаемых является одним из наиболее разрушительных видов хозяйственной деятельности для природной среды Республики Беларусь. Это в первую очередь связано с интенсивной эксплуатацией месторождений нерудных полезных ископаемых и торфа, наиболее широко распространенных в пределах региона. В процессе функционирования горнопромышленных предприятий разрушению или трансформации подвергается не только поверхностная часть ландшафта, но и глубинная часть, его фундамент. Последствия такого рода воздействий являются необратимыми, так как связаны с добычей и изъятием из природных геосистем невозобновимых

ресурсов, а нарушенные ландшафты на длительное время теряют свои естественные средохраняющие функции.

В настоящее время на территории республики эксплуатируется открытым способом около 300 месторождений полезных ископаемых: глинистого сырья, песков, песчано-гравийных смесей, карбонатных материалов (мел, мергель, доломит), строительного камня.

Подземным способом на территории региона эксплуатируется около 30 месторождений нефти, месторождение поваренной соли "Мозырское" и крупнейшее в Европе месторождение калийных солей "Старобинское".

При открытой добыче полезных ископаемых трансформации или разрушению подвергаются практически все компоненты ландшафта: в значительной мере видоизменяется исходный рельеф территории, изменяется состав и режим грунтовых и поверхностных вод, разрушается и загрязняется почвенный покров, частично или полностью уничтожаются растительность, животные и микробные сообщества. Глубины многих карьерных выемок достигают 30-50 метров, а в карьере "Микашевичи" – до 90 м, высота отвалов вскрытых пород достигает 20-25 метров и более, площади выработок составляют 100-150 га. Установлено, что негативное воздействие горных разработок на прилегающие территории значительно превышает площади непосредственного нарушения, что в первую очередь, касается месторождений, разрабатываемых с применением искусственного водопонижения.

За время существования ПО "Беларуськалий" из сельхозоборота изъято около 5000 га земель, в том числе около 1440 га под солеотвалы. Высота отвалов достигает 40-80 м, шламохранилищ - 10-15 м, в них накоплено около 350 млн. т отходов. Влияние горных работ сказалось на площади 120-130 кв.км. Произошло засоление подземных вод до глубины 80-120 м, просадки земной поверхности, деформация пород над горными выработками и под солеотвалами, появился техногенный солевой карст и сейсмическая активность возрасла до 4-5 баллов.

При бурении разведочных скважин на нефть основными источниками загрязнения являются отработанные буровые растворы, буровые сточные воды и буровой шлам.

Площадь загрязненной территории составляет около 600 га. Складированные в амбарах отходы бурения превращаются в постоянно действующие источники загрязнения окружающей среды.

В целом на территории Беларуси числится около 15 тыс. га земель, нарушенных при добыче нерудных полезных ископаемых. С целью минимализации отрицательных последствий такого воздействия на природную среду, восстановления природного и хозяйственного потенциала деградированных геосистем, осуществляются целенаправленные мероприятия по их рекультивации.

Обширные площади земель на территории республики трансформированы в результате промышленной добычи торфа. Площадь нарушенных земель составляет 292,4 тыс. га или 12,2 % общей площади торфяных месторождений.

Различные способы торфодобычи, пространственно-временные аспекты техногенного воздействия, а также ландшафтно-генетические особенности болотных систем определяют многообразие вариантов их постпромышленного состояния и оптимизации. Одним из перспективных направлений использования нарушенных торфяных болот должна стать их ренатурализация, обеспечивающая возобновление болотно- и торфообразных процессов и, соответственно, восстановление целого ряда важнейших биосферных функций.

2.6.8. ОХРАНА ЛАНДШАФТОВ БЕЛАРУСИ.

Ландшафт — конкретная территория, однородная по своему происхождению и истории развития, обладающая единым экологическим фундаментом, однотипным рельефом, общим климатом, единообразным сочетанием гидро-термических условий, почв, биоценозов и определенной структурой.

Различные сочетания четвертичных отложений, рельефа, климатических условий, почв и растительности обусловили формирование на территории Беларуси разнообразных ландшафтов. Для севера республики типичны озерно-ледниковые, моренно-озерные и холмисто-моренно-озерные ландшафты с присутствием им молодым ледниковым рельефом, невыработанными речными долинами, обилием озер и верховых болот. При значительной пестроте почвенного покрова широкое развитие получили дерново-подзолистые переувлажненные почвы на суглинках.

Для центральной, наиболее возвышенной части Беларуси характерны холмисто-моренно-эрозионные и комковато-моренно-эрозионные ландшафты с пересеченным рельефом, дерново-подзолистыми супесчаными, реже песчаными или суглинистыми почвами, сосновыми, елово-дубовыми и березовыми лесами. Южнее их простираются вторично-моренные, вторичные водно-ледниковые и моренно-зандровые ландшафты, отличительные особенности которых — слаборасчлененный рельеф, широкое распространение водно-ледниковых покровных отложений, уменьшение пестроты почвенного покрова, возрастание роли широколиственно-сосновых лесов.

В восточной части Беларуси развиты лессовые ландшафты с типичным для них платообразным (на водоразделах) и волнисто-увалистым (вблизи речных долин) рельефом, с наличием суффозионных западин и овражно-балочных систем. Сформировавшиеся здесь плодородные дерново-палево-подзолистые почвы практически полностью распаханы. Сохранившиеся участки леса представлены еловыми и широколиственно-еловыми сообществами.

На юге республики наиболее типичными ландшафтами являются аллювиальные террасированные, вторичные водно-ледниковые, озерно-болотные и пойменные. Рельеф чаще всего плоский, высока доля торфяно-болотных низин. Среди естественных растительных сообществ выделяются сосновые, широколиственно-сосновые и широколиственные леса, лесные и травяные низинные болота и пойменные луга.

В настоящее время природные ландшафты Беларуси в значительной степени преобразованы. Многообразие видов хозяйственной деятельности (сельскохозяйственная, добыча полезных ископаемых, строительство, мелиорация, рекреация и др.) привело к формированию природно-антропогенных ландшафтов.

Значительное трансформирующее воздействие на природную среду связано с деятельностью горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности, а также со строительными работами (промышленное и жилищное строительство, сооружение гидротехнических объектов, трубопроводов, дорог и т.д.). Такого рода воздействия являются одними из наиболее разрушительных для природы геосистем, поскольку трансформации подвергается не только поверхностная часть ландшафта, но и его фундамент, а скорость техногенной трансформации несоизмеримо выше скорости их естественного, эволюционного развития. Изменения природных ландшафтов являются необратимыми, так как связаны с добычей и изъятием из природных геосистем невозобновимых ресурсов, а нарушенные ландшафты на длительное время теряют свои естественные средохраняющие функции. Совершенствование технической оснащенности горнодобывающей промышленности, а также истощение запасов легкодоступных месторождений сопровождается все более глубоким проникновением в недра, нарушением и изменением поверхностной оболочки земной коры на глубину до 200-400 и более метров.

Рекультивация нарушенных земель имеет большое значение, так как позволяет вернуть их для использования в народном хозяйстве. Рекультивация - это комплекс технических, мелиоративных, сельскохозяйственных, инженерно-строительных и других работ, направленных на восстановление нарушенных земель для создания на них сельскохозяйственных угодий, лесных насаждений, зон отдыха, водоемов, использования под застройку.

Наиболее известными направлениями рекультивации нарушенных ландшафтов являются: сельскохозяйственное (создание на нарушенных землях пашни, лугов и пастбищ, садов и ягодников); лесохозяйственное (создание лесонасаждений эксплуатационного и целевого назначения); озеленительное и санитарно-гигиеническое (создание зон отдыха, парковых насаждений, консервация и озеленение отвалов и т.д.); водохозяйственное (жилищное, капитальное, дачное и др. виды строительства). Отдельные, как правило, наиболее крупные горнопромышленные ландшафты могут сочетать несколько вышеперечисленных направлений рекультивации.

Природные особенности территории РБ и специфика объектов рекультивации, связанных с эксплуатацией месторождений нерудных полезных ископаемых, обусловили наиболее широкое осуществление лесохозяйственного направления рекультивации. Это особенно характерно для территорий, нарушенных разработкой песков и песчано-гравийных материалов и внешних отвалов вскрышных пород выработок карбонатного сырья. Обусловлено это относительно сложным техногенным рельефом такого рода объектов, бедностью субстратов нарушенной поверхности элементами питания растений и их лег-

ким гранулометрическим составом, низкой продуктивностью и маломощным перегнойным горизонтом почвенного покрова.

В республике достаточно широко осуществляется сельскохозяйственная рекультивация нарушенных земель путем создания пашни и других сельскохозяйственных угодий. Для этих целей наиболее благоприятными являются многие месторождения глинистого сырья, а также песков и песчано-гравийных материалов с относительно несложным техногенным рельефом и вскрышными породами, потенциально пригодными для сельскохозяйственного использования.

Значительное количество месторождений нерудных ископаемых в условиях РБ обводнено и их эксплуатация требует искусственного водопонижения. Это свидетельствует о перспективности водохозяйственного направления рекультивации. Для этих целей перспективные объекты, где существуют предпосылки для формирования в карьерных выработках значительных по площади и объему водной массы, экологически устойчивых искусственных субаквальных ландшафтов различного целевого назначения.

Наиболее перспективными объектами для строительного направления рекультивации являются нарушенные территории, расположенные вблизи населенных пунктов.

Опыт выполнения рекультивационных работ на территории Республики Беларусь свидетельствует, что при их качественном и научно-обоснованном существовании удастся в значительной степени уменьшить отрицательное воздействие горнодобывающей промышленности на природную среду, восстановить и вернуть в хозяйственный оборот значительные площади нарушенных земель.

Контрольные вопросы к разделу 2.6.

1. В чем заключается значение почвы?
2. Укажите какие типы почв преобладают в Вашем районе?
3. Назовите системы мероприятий, направленные на борьбу с эрозией почв.
4. Какие Вы знаете источники загрязнения почв?
5. Назовите возможные способы утилизации навозных стоков животноводческих комплексов?
6. Укажите значение мелиорации земель для сельского хозяйства и ее последствия?
7. Какие Вы знаете минеральные ресурсы Республики Беларусь?
8. Какие экологические проблемы могут возникать при добыче полезных ископаемых?
9. Какие мероприятия по рекультивации нарушенных земель осуществляются в Вашем районе?

2.7 ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА.

2.7.1 ЗНАЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ В ПРИРОДЕ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА.

Растительный мир – это исчерпаемый, но возобновимый ресурс природы. Растения и растительный покров – важная часть биосферы. Зеленые растения являются первоосновой жизни. Существование человека, животных и микроорганизмов неразрывно связано с фотосинтетической деятельностью растений. В процессе фотосинтеза при взаимодействии солнечной энергии, воды и углекислого газа образуются первичные органические вещества, которые затем используются для жизни другими организмами.

В круговороте веществ растения являются связывающим звеном между неживыми компонентами природы и живыми организмами. Состав и чистота воздуха и воды связаны с жизнью растений. Они являются на планете основными производителями кислорода. Растениями в ходе фотосинтеза ежегодно выделяется около 145 млрд. т свободного кислорода и усваивается 200 млрд. т углекислого газа.

Растения являются мощным фактором почвообразования и защиты почвы от эрозии. На незащищенной растениями почве разрушение ее бывает настолько сильным, что почвенный слой, на образование которого ушло 100 и более лет под влиянием сильных ливней или пыльных бурь, уничтожается за несколько дней. Почвообразующая способность растительного покрова проявляется в накоплении органической массы, в создании благоприятных условий для развития почвенной фауны, защите почв от водной и ветровой эрозии. Корни растений, проникая вглубь почвенной массы, разрыхляют ее, улучшают структуру гумусового горизонта, создавая тем самым более благоприятные условия для последующих поколений растений.

Растительный покров выполняет водоохранные и водорегулирующие функции. Водоохранное значение растительности имеет важное значение в условиях нашей республики. Лесные насаждения и луга, расположенные вокруг рек и различных водоемов препятствуют поступлению в водные системы удобрений, вымываемых с полей, предотвращают испарение и эвтрофирование воды.

Чистота воздуха и воды неразрывно связаны с жизнью растительных сообществ. Являясь "гигантскими зелеными легкими планеты", растения выполняют важную санитарно-гигиеническую роль. Уникальные фильтрующие свойства их листьев заключаются в способности притягивать взвешенные частички воздуха. Так, например, гектар елового леса ежегодно осаждаем 30 т пыли, широколиственного – 54 т. Соединения серы хорошо поглощают береза, дуб, ива, клен, тополь. Соединения азота из воздуха связывают бузина красная, барбарис, жимолость. Суммарная воздухоочистительная способность деревьев на одном гектаре в течение вегетационного периода составляет около 10 т токсичных газов.

Растения принимают активное участие и в очищении воды. Водные растения поглощают из гидросферы минеральные соли и органические вещества. Водный геопит, пистия, рдест, стрелолист широко применяются для очистки сточных вод от загрязнения. Бактерицидные вещества этих растений подавляют в водной среде развитие патогенных микроорганизмов.

Растения нашли широкое применение и в хозяйственной деятельности человека. Они служат пищей для человека и животных, источником сырья для целлюлозно-бумажной промышленности, производства мебели, фанеры, спирта, волокон, удобрений. Из лиственных пород деревьев добывают смолы, камеди, эфирные и жирные масла, органические кислоты и сахар, дубильные экстракты и красящие пигменты. Из растений производят до 25 тысяч изделий промышленного, культурного и бытового назначения. Растения используются как строительный материал, и являются основным источником топлива.

Отдельные виды растений, а также естественные природные комплексы используются человеком для восстановления здоровья. Лесная и травянистая растительность выполняют эстетическую функцию, способствуя тем самым быстрому восстановлению физических и духовных сил человека. Растения используются в декоративных целях, для озеленения жилища, городов, населенных пунктов.

Немаловажное значение имеют культурные и дикорастущие растения в рационе питания человека и домашних животных.

2.7.2 РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Географическое положение территории Беларуси определяет характер растительного покрова, выражающийся в его зональности. На видовой состав флоры и характер растительности оказывает влияние то, что по территории республики проходит граница между евроазиатской хвойнолесной и центральноевропейской широколиственной геоботаническими областями.

Современная флора Беларуси представлена различными группами. В ее составе насчитывается около 1737 видов сосудистых растений, которые объединяются в 505 родов, 112 семейств, 61 порядок, 7 классов и 5 отделов. Большинство видов относится к отделу покрытосеменных, 7 – к плаунам, 8 – к хвощам, 20 – к папоротникам, 4 вида – к отделу голосеменных. Наиболее крупными семействами являются сложноцветные, злаковые, осоковые, крестоцветные, розоцветные, гвоздичные, норичниковые и бобовые. К самым крупным родам относятся осоки, ястребинки, вероники, ситники, лапчатки, фиалки, лютики, рдесты и др.

Основными по численности являются травянистые растения. Их видовое разнообразие составляет 1630 видов. Деревянистые растения включают 107 видов: 28 деревьев, 58 кустарников, 15 полукустарников, 8 видов кустарничков.

Растительный покров занимает 65,9% всей территории и представлен в основном лесным (35,5%), луговым (15,8), болотным (11,5) и кустарниковым (3,1%) типом растительности. Остальная территории освоена и на ней возделываются главным образом культурные растения.

Общая площадь лесов составляет 8,7 млн.га. В составе естественной растительности преобладают хвойные породы деревьев – 63,4%, в том числе сосна – 52,8 %, ель – 10,6%. Из мягколиственных пород березовые леса занимают 18,1%, черноольховые –8,0 %, осиновые – 2,2%, сероольховые - 1,6%. Меньше встречаются твердолиственные породы – 3,8%, из которых доля дубов – 3,3%, локально встречаются ясень – 0,3%, граб – 0,2%. В северной части республики в основном произрастают дубово-хвойные леса(16,1%), широколиственных лесов очень мало (1,8%). Это обычно дубравы и рощи березы, осины, серой ольхи.

Центральную часть занимают грабово-дубово-темнохвойные леса. Из хвойных пород преобладает ель.

Подзона широколиственно-сосновых лесов приходится на Белорусское Полесье, охватывает центральную часть бассейна Припяти и Припятский водораздел. Широко представлены дубравы с грабом, дубом, ясенем. Обширные площади на низинных болотах занимают черноольховые и пушистоберезовые леса. Еловые леса полностью отсутствуют.

По функциональной значимости леса Беларуси делятся на две группы. К I группе относятся заповедные леса, леса вокруг городов и населенных пунктов, защитные полосы на полях, вдоль дорог и оросительных систем, лесные насаждения санитарных зон, массивы и посадки вдоль рек, вокруг озер и водохранилищ, курортные леса и парки. Площадь лесов этой группы составляет 41,9% всего лесного фонда республики.

Леса II группы являются эксплуатационными и занимают 58,1%. Общий запас древесины составляет около 1093,2 млн. м³. По возрастному составу леса делятся на 4 категории: молодняки (36,6%), средневозрастные (44,3%), приспевающие и спелые (4,2%). Средний возраст насаждений - 44 года.

В последние 50 лет лесные запасы республики подверглись сильной эксплуатации, техногенному и мелиоративному воздействию. Объем заготовки древесины возрос с 7,6 до 10,9 млн. м³. Анализ лесопользования показывает, что фактическая лесосека превышает расчетную на 32,1%, а в отдельных случаях на 99,9%. Происходит нежелательная смена лесных сообществ. Так, формация сосновых лесов увеличивается, площади еловых лесов сокращаются (в начале века еловая формация занимала 17,6% в лесном фонде, в настоящее время находится на уровне 10,6%).

Тревогу вызывает состояние дубрав Беларуси. Имевшие широкую известность и мировую славу Туровские, Буда-Кошелевские и Речицкие дубравы резко сократились. Дубовые леса раньше занимали 8,7% площадей лесного фонда, к 1994 году они сократились в 2,6 раза. Исчезли кленовые и липовые леса, ясеневые уменьшились в 2,7 раза, грабовые - в 6 раз.

За счет осушительной мелиорации в 2 - 3 раза меньше стало коренных березняков и черноольшанников. В то же время площади производных березовых и черноольховых насаждений возросли в 3 - 4 раза.

Луговая растительность представлена в основном суходольными и внепойменными низинными лугами и пойменными заливными. Они соответственно занимают 94,8% и 5,2 %. За последние 40 лет площадь лугов уменьшилась с 3,44 млн. га до 3,29 млн. га. Сокращение произошло за счет низинных лугов (в 2,8 раза), а также пойменных и заливных (на 78,1 %). Основными причинами изменений являются вспашка лугов и использование площадей под возделывание сельскохозяйственных культур, а также отсутствие надлежащего ухода, что привело к зарастанию древесно-кустарниковой растительностью. Процесс закустаренности интенсивно идет в Полесье.

В настоящее время естественные луга используются как сенокосы (42,6 %) и пастбища (57,4 %). Такое соотношение не является оптимальным, поскольку при выпасе животных из травостоев выпадают ценные виды, прежде всего бобовые, в результате чего снижается продуктивность травостоя и качество корма.

Болотная растительность, в зависимости от типа болот (верховые, низинные, переходные) представлена главным образом лесными травяными, травяно-моховыми и моховыми фитоценозами. Общая площадь заболоченных земель Беларуси составляет 4.13 млн. га, или 19,9% территорий. В видовом составе болотного растительного сообщества ярко выражена зональность. В северной части республики в основном сосредоточены массивы сфагновых (верховых) болот. В центральной части доля верховых болот сокращается, а низинных соответственно увеличивается. В южной части расположены низинные болота, которые заняты тростниковыми, крупноосоковыми, итново-осоковыми, злаково-осоковыми растительными сообществами.

Многие виды растений флоры Беларуси имеют важное народнохозяйственное значение. Наибольшую ценность представляют лекарственные, пищевые, технические и декоративные растения.

Дикорастущие лекарственные растения используются как сырье для производства лечебных препаратов. В мировой медицине доля препаратов из растений составляет 40%. Лекарственные растения включают в себе около 300 видов из флоры нашей республики. Более половины из них применяются в научной медицине, остальные – в народной. По данным Главного аптечного управления министерства здравоохранения в Беларуси подлежат заготовке 60 видов: ромашка аптечная, полынь горькая, подорожники, зверобой продырявленный, мать-и-мачеха и т.д.

Большинство лекарственных видов произрастает в лесах на низинных лугах, в поймах рек и в агроценозах.

В лесах заготавливаются багульник, бессмертник, плауны, толокнянка, можжевельник, ландыш и другие виды. На суходольных лесах растут зверобой, пижма обыкновенная, тысячелистник (всего 21 вид). В болотах и водоемах

встречается 23 вида лекарственных трав – вахта, водяной перец, череда, кувшинки и др.

Из пищевых дикорастущих растений существенное значение имеют плодово-ягодные. Особое место занимают брусника, клюква, земляника лесная. В меньших объемах заготавливаются голубика, ежевика, рябина, калина. Из орехоплодных распространена лещина обыкновенная. В ликеро-водочной промышленности в последние годы используются многие эфиромасличные растения: мята водяная и полевая, душица обыкновенная, чабрец, кадило сарматское.

К группе технических диких растений относятся эфиромасличные виды. Помимо указанных выше к ним относятся аир обыкновенный, багульник болотный, тмин обыкновенный и другие растения. В составе флоры Беларуси встречается около 200 видов жиромасличных растений. К ним относятся белена черная, резуха шершавая, лопух малый, шалфей луговой и др.

В дубильно-экстрактовой промышленности используются сырье дуба черешчатого, ели обыкновенной; из травянистых растений: гравилат речной, щавель прибрежный.

В качестве красителей применяются дрок красильный, василек синий, крапива двудомная, зверобой.

Флора Беларуси богата ценными декоративными растениями. Высокими декоративными свойствами обладают бересклеты (европейский и бородавчатый), жимолость лесная, ирга, ракитник Цингера, калина и рябина обыкновенная. Для культивирования в парках, скверах пригодны такие виды как касатик оповидный, золотая розга, очиток едкий, арника горная. Для устройства газонов нашли применение злаковые растения такие, как овсяница красная и луговая, полевица гигантская, плевел многолетний.

2.7.3 ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА.

Интенсивная деятельность человека влияет на растительный покров по всей территории Беларуси. В настоящее время основными факторами антропогенного изменения и растительности являются:

- осушение и последующее хозяйственное освоение земель;
- вырубка лесов;
- сенокосение и пастьба скота;
- строительство дорог городов, населенных пунктов;
- засорение территории.

Сельскохозяйственное освоение осушенных земель способствует полному замещению естественных растительных сообществ на сорнополевые виды. Особенно сильно нарушаются природно-экологические условия при вырубке лесов. Теневыносливые и тенелюбивые виды замещаются светолюбивыми. Так, вырубки на границе перехода хвойно-широколиственных в широколиственные леса отрицательно повлияли на произрастание таких видов как кадило сармат-

ское, лунник оживающий, плаун баранец. Только в лесах Беловежской пуши сохранились волжанка обыкновенная, астранция большая. Эти виды имели широкое распространение в лесных системах Беларуси. На их место пришли западные и центрально-европейские виды: торица весенняя, василек рейнский, лапчатка седоватая, а также сибирские представители флоры: ястребинка щетинистая, подорожник индийский, смолевка мелкоцветная.

Песчаные насыпи железных, грунтовых, шоссейных дорог способствуют появлению видов степных и полупустынных местообитаний. Широкое распространение получают такие виды, как вязель пестрый, скабиоза желтая, молочай кипарисовый, чистец прямой.

В пределах населенных пунктов получают распространение вербена лекарственная, лебеда, резеда.

При заготовке кормов в естественных растительных сообществах исчезают однолетние виды, так как не успевают обсемениться.

На засоренных участках в зоне действия Солигорского калийного комбината появились и распространяются редкие для Полесья виды бескельница расставленная и солянка русская.

Охрана особо ценных, редких и исчезающих видов растений неразрывно связано с решением общих задач охраны природы Беларуси. В настоящее время в республике находятся под угрозой исчезновения и требуют обязательной охраны около 100 видов. С учетом происхождения условий обитания и эколого-биологических особенностей виды растений по их значимости и ценности делятся на три группы. К первой группе относятся исключительно редкие виды, местонахождения которых являются единственным в Беларуси: арника горная, безвременник весенний, венерин башмачок, гроздовник простой, водяной орех, лилия –саранка, лунник оживающий, медвежий лук, меч- трава, шпажник болотный, ятрышник бузинный, дремлик и др. (всего 32 вида). Они включены в Красную Книгу Республики Беларусь и требуют абсолютной охраны.

Во вторую группу входят редкие для флоры виды. Они встречаются локально. В этой группе в первую очередь подлежат охране виды, которым угрожает полное выпадение или резкое сокращение. К ним относятся 104 вида: ветреница лесная, береза карликовая, хохлатка полая, рододендрон желтый, плющ обыкновенный, купальница европейская, ломонос прямой, кадило сарматское и др.

Под охрану взяты отдельные группы редких и имеющих большой возраст деревьев. Среди них 50 дубов –великанов, 8 катальп сиренцеватых (Мозырь), 2 черные сосны (Червеньский район), 2 европейских кедра и 1 лиственница даурская (Пуховичский р-н), 15 гигантов сосны обыкновенной (Быховский р-н), 2 каштана восьмитычинковых (Копыльский и Новогрудский р-ны), 6 кленов ложноплатановых и 2 пихты калифорнийские (Копыльский р-н.), 1 тсуга японская (Червеньский р-н), 2 липы американские (Столбцовский р-н). К памятникам природы, кроме перечисленных растений относятся и деревья- оригиналы: дуб пирамидальный (Брест, Барановичи), ель змеевидная (Брест), совместно

растущие дуб и сосна (Несвижский р-н), сросшиеся стволами две сосны (Пинский р-н), 4 дуба, растущие из одного корня (Калинковичи) и др.

К памятникам природы относятся вековые дубы на площади около 100 га в Брестской (Ивацевичский лесхоз), Витебской (Дисненский лесхоз), Гомельской (Василевичский лесхоз), Гродненской (Лидский лесхоз), Могилевской (Чериковский лесхоз) области.

В Ивацевичском и Могилевском районах взяты под охрану 5 насаждений карельской березы на площади около 34 га.

Своеобразными памятниками природы являются охраняемые в республике дендрологические флористические старинные парки. Их около 20. Это "Поречье" Поречского лесничества, учхоза "Вселюб" и г.п. Мир (Новогрудский р-н), городской им. Луначарского (Гомель), Жиличского сельскохозяйственного техникума, дендрарий Белорусской сельскохозяйственной академии.

Охрана видового разнообразия растений наиболее полно решается на заповедных территориях – заповедниках и заказниках.

В результате целенаправленной работы государственных и общественных организаций в республике выявлено 230 мест произрастания 65 редких видов растений. Для их охраны создано около 70 заказников.

2.7.4 ЗНАЧЕНИЕ ЖИВОТНЫХ В ПРИРОДЕ.

Животный мир - один из важнейших биологических ресурсов. Главная роль животных состоит в функционировании биосферы как целостной системы. Являясь прямо или косвенно потребителями органического вещества, созданного растениями, они обеспечивают биологический круговорот вещества и энергии в природе.

Животные являются обязательным фактором почвообразования. Велика в этом роль почвенных обитателей. Именно они превращают растительный опад в органическое вещество почвы - гумус. В разложении мёртвой растительной массы принимают участие бактерии, грибы, моллюски, мокрицы, почвенные клещи, многоножки, черви и др. Некоторые виды мокриц, роя свои норы в песке, выносят на поверхность частички нижних горизонтов, перемешивая их с собственными выделениями. Эти выбросы плодородны - на них хорошо растут растения. Черви роют норки, разрыхляют, измельчают и перемешивают частички различных почвенных слоёв, сдабривая их экскрементами. Благодаря этому почва приобретает комковатую структуру.

Нельзя забывать о том, что многие виды млекопитающих и птиц способствует расселению различных растений на новых территориях и их размножению. Большая заслуга в этом птиц - сеятельниц. Всем известная сойка заносит в наши леса жёлуди дуба, семена бука, вишни, лещины. Дрозды переносят на большие расстояния ягоды земляники, черники, малины, брусники. Свиристель распространяет плоды шиповника, можжевельника; чечётка разносит семена берёзы. Большую работу в размножении выполняют насекомые - опылители.

Около 80% видов покрытосеменных растений опыляются насекомыми, 19% - ветром и 1% - другими способами.

Многие представители фауны выполняют и санитарно - гигиеническую функцию. Питаясь больными, слабыми животными и их трупами они очищают этим самым поля, луга, леса. Санитарами природных систем из хищных млекопитающих являются волки, лисы, рыси и другие хищники. Эту функцию выполняют и хищные птицы? Белая цапля, питаясь рыбой, чаще всего отлавливает больных особи. Не имея возможности долго преследовать добычу, они уничтожают в популяции жертвы главным образом больных и слабых организмов.

Животные приносят большую пользу сельскому и лесному хозяйству. Они уничтожают насекомых на полях, в садах, лесах; поедают семена сорных растений. Неоценима работа на полях и в лесах насекомоядных птиц: синиц, скворцов, горихвосток, стрижей, жаворонков и других видов. Так, скворец, имея массу тела 80г, съедает 200г насекомых за день, печёнки и пищухи, весящие не более 10г, вылавливают около 20г насекомых, а синица уничтожает их в три раза больше собственной массы. Одна пара мухоловок полностью очищает от насекомых 0,25 га леса. Грачи выбирают с полей шелкокуна. Так, одна особь в течение года поедает свыше 8000 проволочников. Из млекопитающих такие представители как барсук, крот съедают майских жуков, саранчу, мелких грызунов. Дикие кабаны, питаясь личинками майского жука, уменьшают их численность на 30 - 40%.

Семенами сорняков питаются коноплянки, вьюрки, голуби. Длиннохвостый снегирь собирает семена полыни и лебеды, щегол - семена чертополоха, крапивы, чемерицы. Кукушки истребляют в лесах гусениц тутового шелкопряда.

Широко используются животные в медицине для приготовления лекарств. Так, яйца птиц являются обязательным компонентом сывороток, вакцин. Выделенный из них лизоцин обладает сильным противомикробным и противовоспалительным действием и применяется для лечения бронхолегочных больных, при детском ревматизме, в гинекологии. Целебными свойствами славятся панты - молодые рога оленей. Их используют при лечении малокровия, заболеваний сердечнососудистой системы, в качестве ранозаживляющих, болеутоляющих и общеукрепляющих средств. Пантокрин рекомендуется для регуляции обмена веществ, снятия умственной и физической усталости. Жир зайца, медведя, барсука используется для лечения простудных заболеваний.

Всё более значимой становится роль животных как индикаторов состояния окружающей среды. В настоящее время проводятся работы по оценке использования насекомых как биоиндикаторов промышленных загрязнений, ракообразных в качестве индикаторов при эвтрофировании водоёмов, охотничье - промысловых и мелких млекопитающих как биоиндикаторов загрязнения экосистем тяжёлыми металлами.

Дикие животные служат материалом для научных исследований и для селекции сельскохозяйственных животных.

Животные с древних времён используются человеком в пищу, как сырьё для производства промышленных товаров. Шерсть млекопитающих и пух жи-

вотных применяются для утепления жилища, одежды, спальных мешков и т. д. Шкурки белки, бобра, нутрии, норки, ондатры, лисы, рыси и других пушных зверей идут на изготовление разнообразных меховых изделий. Из шкурок зайца делают фетр.

Кожа животных, рыб идёт на поделку обуви, курток, перчаток, поясов. Мускус - выделение особых желез бобра, выхухоли применяется в парфюмерной промышленности для придания устойчивого аромата духам.

Важное значение имеют животные как источник психо-эмоциональной разгрузки для человека.

2.7.5 ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИВОТНОГО МИРА.

Основной причиной сокращения и исчезновения отдельных видов животных является в наше время усиление антропогенного воздействия на экосистемы.

К главным факторам, вызывающим выпадение видов относятся:

- чрезмерный отстрел или добыча;
- изменение и трансформация экологических ниш;
- прямое и случайное уничтожение;
- ввоз и акклиматизация новых видов;
- сокращение и ухудшение кормовой базы;
- химизация сельского хозяйства;
- механизированные работы на полях;
- выпас скота на пастбищах;
- загрязнение среды обитания и др.

В фауне Беларуси от чрезмерной эксплуатации страдает 24,2% видов. Отстреливаются и добываются животные для использования в пищу, на продажу в качестве домашних животных, для коллекционирования и поделки сувениров, для изготовления меховых изделий. Охота на соболя, песца, росомуху привела к исчезновению этих видов в наших лесах. По этой же причине резко сократилась численность оленей, лосей, косуль, белок (их доля составляет соответственно 25, 18, 30 и 14% к оптимальному уровню). Плохо контролируемая охота привела к локальному исчезновению таких ценных видов, как выдра, глухарь, бобр. Из-за браконьерства на грани исчезновения находятся болотная черепаха, фазан, из рыб — стерлядь, ручьевая форель.

Серьёзной причиной является прямое и случайное уничтожение. Примером служит истребление европейского суслика. В настоящее время этот вид встречается разрозненными колониями. Много животных гибнет в результате случайной гибели под колесами транспорта, на линиях электропередач, при проведении сельскохозяйственных работ. Строительство городов, сельскохозяйственное освоение территорий, переброска стока рек, уничтожение лесов

привели к тому, что в угрожающем состоянии в фауне республики оказалось 57 видов птиц, 2 вида ползучих, 1 вид змеевидных, 5 видов рыб.

Вырубка спелых и переспелых лесов явилась причиной резкого сокращения филина, бородатой неясыти, зеленого и трехпалого дятлов.

Причиной уменьшения видового разнообразия и исчезновения отдельных животных также является ввод и акклиматизация новых видов. Влияние пришельцев весьма разнообразно. Это конкуренция за пространство, за пищу и другие ресурсы, прямое преследование, гибридное поглощение. Примером такого влияния среди видов фауны много: европейская норка вытесняется американской норкой, ввод ондатры привел к резкому сокращению популяции выхухоли, а канадский бобр вытесняет европейского бобра на популяцию лесного хорька, лесной куницы и барсука оказывает енотовидная собака.

Кроме этого, с новыми видами ввозятся паразиты и возбудители болезней. Переселение из Сибири енотовидной собаки способствует распространению среди диких животных возбудителя заболевания бешенством. С дальневосточной пчелой был ввезен возбудитель варроатоза у домашних пчел.

С трудом поддаются учёту масштабы гибели животных при сельскохозяйственном производстве. Поля, луга, пастбища являются естественным местом обитания для них. Сроки проведения ряда полевых работ совпадают с периодами повышенной активности диких животных. Например, весенний сев сельскохозяйственных культур совпадает со строительством гнёзд и началом кладки яиц; уборка - с массовым появлением молодняка у многих видов животных. Работа машин и техники вызывает гибель детёнышей. По этой причине сокращаются популяция зайца, косуль, перепёлки, фазана, дрофы и др. Во время сенокосения в нашей республике погибает 33 % тетеревов, 25% коростелей, 73% перепелов. Ежегодно при заготовке сена и уборке зерновых культур гибнет до 120 тыс. особей зайца-русака.

Ощутимый вред животным несёт и химизация сельского хозяйства. Много их погибает в период весенней подкормки озимых культур и естественных лугов, особенно когда минеральные удобрения временно складываются на полях. Гибель отмечается и в период весеннего и осеннего сева, когда на поверхности остаются незаделанные протравленные семена. Отравляются животные и на полях, где культуры обрабатывались химическими средствами защиты от вредителей, болезней и сорняков. По статистике Минприроды республики от пестицидов ежегодно гибнет 31% зайцев, лосей, кобанов; 77% диких уток, гусей, дроф по отношению к общему уровню гибели. По причине использования минеральных удобрений гибнет соответственно 40% зайцев, лося, кабана и 14% птиц от общего числа погибших особей.

Выпас скота на пастбищах повлиял на численность таких видов птиц как белая цапля, галстучник, дрофа, обыкновенный зимородок.

Отрицательное воздействие на биоразнообразие животного мира оказала мелиорация. Осушение болот и территорий с повышенной влажностью изменило среду обитания водоплавающих и болотных организмов:

Существенной причиной является и ухудшение кормовой базы для диких животных, разрушение естественных природных массивов. Расширение площадей под сельскохозяйственные угодья способствовало переходу к обитанию на открытых пространствах перепела, куропатки, дрофы, гусей, уток, голубей, зайцев. Нередкими гостями полей и лугов стали лоси, олени, косули, кабаны. Раньше животные питались на полях у стогов сена, соломы, овин, токов с зерном, которое оставалось после уборки. Теперь же с полей всё вывозится в короткий срок и почва рано обрабатывается, лишая животных дополнительного источника пищи.

Необходимым условием охраны диких животных является сохранение естественных убежищ. Нераспаханные участки среди полей, ложбины с водой, лесные насаждения, заросли кустарников, задерненные обочины дорог привлекают к себе диких животных. На этих территориях сохраняются гнезда полевых птиц, поселяются полезные насекомые.

Известно, что насекомоядные птицы в период размножения потребляют большое число насекомых, сдерживая их массовое размножение. Обычно птицы обслуживают площадь в размере до 300-400 м от гнезда. Привлечение птиц и энтомофагов к полям позволит уменьшить применение пестицидов.

Следующее направление в защите урожаев от вредных организмов – это переход к биологическому методу борьбы с вредителями, болезнями и сорняками. Проводить химические обработки необходимо вдали от мест гнездования и скопления диких животных. Заканчивать работу с внесением пестицидов желательно до середины мая, до того времени, как птицы выйдут на посевы.

Гибель животных под сельскохозяйственными машинами происходит при всех механизированных видах работ. Основная причина – приемы проведения работ. Самый губительный для животных метод – круговое "загонное" движение машин от периферии к центру. Особенно это касается уборки и сенокошения. Дичь, отступая от работающих машин и боясь выйти на открытое пространство, концентрируется в центре поля и попадает под ходовые системы и рабочие органы машин на последних заездах. Поэтому движение машин и агрегатов допускается только от центра к периферии, то есть "вразгон". Уборка "расширяющимся прокосом", то есть от центра к краям, наиболее безопасна для дичи. При таком методе животные используют свои постоянные ходы и укрываются на лесных опушках, в лесополосах, в заросших оврагах, в водоемах.

Кроме того, гибель животных бывает и в результате неправильного выбора места начала работ - от лесной опушки, лесополосы, заросшего оврага, берега реки, балки. При этом отрезается путь отступления дичи в укромное место. Испуганные шумом звери и птицы устремляются вглубь поля. Гибели животных в этом случае можно избежать, если правильно выбрать место начала работ, то есть от дороги или со стороны поля, наиболее удаленной от естественных укрытий животных – лесных опушек, лесополос, оврагов, балок, болот, озер, рек. Шум работающих машин заставляет зверей и птиц уходить под прикрытием еще не убранный растительного покрова в противоположную сторону, где

они попадают в безопасное место. Нельзя начинать полевые работы от мест укрытия животных.

Дополнительными мерами защиты животных во время проведения механизированных работ является оборудование машин перед выездом на поле отпугивающими устройствами. Для этих целей используются разного рода цепи, банки, гребенки. Некоторые механизаторы, любящие природу, предварительно выгоняют из оставшихся полос скопившихся там животных, а затем заканчивают кошение. Эта дополнительный прием отнимает совсем немного времени, а пользу приносит большую.

Осушительная мелиорация должна проводиться с соблюдением природоохранных мероприятий. При организации мелиоративных работ необходимо учитывать время их проведения. Желательно начинать работы ранней весной до гнездования птиц или с июля месяца. Присутствие машин и людей на участках отпугнет животных, особенно это касается птиц. Ибо многие виды птиц настолько боятся шума, что покидают гнезда не только с яйцами, но и с птенцами. К июлю у животных уже появляется молодежь. Кроме этого на мелиорируемых площадях необходимо создавать ремизы – защитные полосы. Это нетронутые естественные, обычно закустаренные территории, которые служат для животных убежищем либо укрытием.

2.7.6 ОХРАНА РЫБНЫХ РЕСУРСОВ.

Рыбоводство – одна из древних форм использования животного мира. В результате интенсивного развития промышленности, сельского хозяйства, роста городов нагрузки на открытые водные системы Беларуси усиливаются, что не может не сказаться на обитателях водной среды.

В водных системах республики встречаются 60 видов рыб, в том числе 56 местных видов и 14 завезенных из других зон для акклиматизации и разведения.

С 1946 по 1990-е годы в среднем ежегодно вылавливалось 20.3-30 тыс. тонн рыбы, в том числе около 70 % улова приходилось на водоемы. Последние годы объемы заготовки рыбы в промысловых хозяйствах резко сократились и в среднем составили 9 тыс. тонн.

Что касается качественного состава улова, то раньше в нем преобладали малоценные виды (плотва, густера, окунь) – 60-70 %. С начала 60-х годов процент малоценных видов начал сокращаться за счет увеличения ценных. Такие изменения произошли в результате систематического зарыбления больших озер карпом, сазаном, судаком, угрем, пелядью, серебряным карасем. Стали создаваться рыбхозы, широкое распространение получило прудовое рыбоводство в колхозах и совхозах, в подсобных хозяйствах промышленных предприятий. Большую роль сыграло и внедрение новых технологий разведения рыб.

За последние десятилетия производство рыбной продукции резко сократилось. Особенно это касается озерно-товарных хозяйств, в которых уловы сни-

зились на 25 %. Рыбопродуктивность с 1 га в водоемах составила только 16,5 кг.

Сокращение производства рыбы связано с ухудшением условий жизни. Так, строительство ГЭС, АЭС, сбросы горячих вод промышленных предприятий сначала способствовали уменьшению популяций таких ценных рыб как снеток, озерный карась, ряпушка, затем к их исчезновению. Кроме этого, резко снизилась численность и хищных рыб (щука, налим), в то же время выросла популяция леща и плотвы.

Зарегулирование стока рек Днепра, Западной Двины и Немана, а также малых рек республики, привело к исчезновению стерляди и вырезуба, значительному сокращению численности семги.

Мелиорация в бассейнах рек ухудшила условия обитания и воспроизводства рыб, что привело к исчезновению из ихтиофауны форели ручьевой и хариуса. Загрязнения тяжелыми металлами, нефтепродуктами, фенолами и другими токсикантами Днепра, Немана, Припяти, Западной Двины способствовало сокращению численности и биомассы молодых рыб.

Отрицательное влияние на промысловых рыб оказывает и эвтрофирование водоемов. Смыв с сельскохозяйственных угодий органических и минеральных удобрений, стоки животноводческих ферм и предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции, коммунально-бытовые и промышленные сбросы приносят в водоемы много органических веществ, что существенно изменяет гидрохимический режим водоема и вызывает летний и зимний замор рыб и их гибель.

Серьезный урон рыбным запасам наносится и аварийными сбросами вод. В условиях сложившейся крайне неблагоприятной экологической обстановки, необходимо осуществить комплекс мер по рациональному ведению дел рыбного хозяйства:

- сокращение уровня загрязнения водоемов сточными водами промышленных, коммунальных и сельскохозяйственных предприятий;
- внедрение безотходных технологий, в промышленности;
- выделение водоохраных зон и прибрежных полос для уменьшения загрязнений с поверхностным стоком;
- улучшение состояния и организация охраны естественных нерестилищ;
- искусственное разведение ценных видов;
- ввоз и акклиматизация новых видов;
- регламентирование количества, времени, места и способа вылова рыбы в зависимости от особенностей водоема;
- борьба с браконьерством.

2.7.7 ЖИВОТНЫЕ, ЗАНЕСЕННЫЕ В КРАСНУЮ КНИГУ РБ

Красная книга является основным научным и законодательным документом, где дана характеристика редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных, на основании которого осуществляется долго-

срочное прогнозирование и разработка практических мер, направленных на их охрану, воспроизводство и рациональное использование. Она представляет собой перечень видов с указанием их статуса, распространения, основных мест обитания, численности, факторов, определяющих размеры популяций, сведений о размножении, необходимых мероприятий по охране. Приведены карто-схемы с указанием мест обитания каждого вида и рисунки видов.

Во второе издание Красной книги включено 182 вида животных. Для дифференцированного подхода в определении необходимых охранных мер все виды животных разделены на пять категорий. Первая категория включает виды, находящиеся под угрозой исчезновения, спасение которых невозможно без осуществления специальных мер. К этой категории относятся 18 видов, в том числе 14 птиц и 2 вида рыб. Из птиц – чернозубая гагара, скопа-змея, большой подорлик, беркут, сапсан, бородатая неясыть, которые сократили численность в основном в результате осушения и освоения мелиорируемых территорий. Такие виды, как орел-карлик, филин-сипуха пострадали из-за вырубki старых лесов, белая куропатка – из-за смены климата. Численность орлана-белохвоста сократилась в результате преднамеренного отстрела на озерах рыбхозов. Из-за декоративности резко уменьшилась популяция золотистой щуки.

Спрявление рек и их загрязнение, бесконтрольный отлов, обмеление рек способствовали сокращению популяций двух видов рыб: стерляди и ручьевой форели.

Вторая категория объединяет виды, численность которых еще относительно высока, но сокращается катастрофически быстро, что приводит к угрозе исчезновения. В эту группу вошло 42 вида. Из них 2 вида млекопитающих: орешниковая соя и бурый медведь; 17 видов птиц – малая поганка, большая и малая выпи, шилохвость, белоглазая чернеть, большой крохаль, красный коршун, кобчик, обыкновенная пустельга, серый журавль, большой коршнеп и др.; 2 вида рептилий – болотная черепаха и медянка; амфибий – камышовая жаба; 25 видов насекомых; 3 вида ракообразных и 2 вида рыб.

Третья категория содержит редкие виды, которым в настоящее время не грозит исчезновение, но встречаются они в небольшом количестве и на ограниченных территориях. Могут исчезнуть при смене среды обитания под воздействием природных или антропогенных факторов. В эту категорию вошли 91 вид (50 % от общего числа), из них 10 млекопитающих, 37 птиц, 42 вида насекомых, 1 вид рыб и 1 вид ракообразных. Из млекопитающих к этой категории отнесено 7 представителей отряда рукокрылых, из хищников – барсук и европейская рысь.

Четвертая категория включает виды, биология которых изучена недостаточно, численность и состояние их вызывает тревогу. К этой категории отнесены 22 вида. Из млекопитающих – садовая соя, из птиц – красношейная поганка, кваква, рыжая цапля, краснозобая казарка, свиязь, степной лунь и др. (всего 16 видов); из насекомых – 5 видов.

Пятая категория объединяет восстановленные виды, состояние которых благодаря принятым мерам охраны больше не вызывает опасений, но они не подлежат еще промышленному использованию, и за их популяциями необходим контроль. К этой популяции отнесены всего 2 вида – беловежский зубр и лебедь-шипун.

2.7.8 ПРАВОВАЯ ОХРАНА РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

В целях обеспечения сохранности биологического разнообразия в нашей республике принята Постановлением Совета Министров от 26 июня 1997 года за № 789 "Национальная стратегия по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь". В ней определены система управления, национального обеспечения и контроля за использованием природных ресурсов. Даны обзор и оценка состояния современного разнообразия флоры и фауны, указаны основные причины сокращения биологического разнообразия в республике, определены главные направления деятельности по сохранению и устойчивому использованию растений и животных. Что касается сельского хозяйства, то в его экологизации необходимо руководствоваться следующими принципами:

- ограничение расширения сельскохозяйственных угодий за счёт естественных природных территорий;
- внедрение смешанных посевов сельскохозяйственных культур;
- внедрение экологически безопасных систем, технологий и средств применения удобрений;
- поддержание видового разнообразия сенокосов и пастбищ;
- организация сельскохозяйственного производства с экологическими ограничениями в зонах водосбора и особоохраняемых земель, занятых болотами и под водой;
- внедрение безопасных способов утилизации отходов животноводческих комплексов;
- проведение противоэрозионных мероприятий;
- внедрение мероприятий по сохранению естественных мелкоконтурных экосистем в агроландшафтах;
- внедрение комплекса мер по повышению экологической безопасности сельскохозяйственных машин и агрегатов;
- разработка путей рационального совмещения сельского, лесного и охотничьего хозяйства с целью сохранения и устойчивого использования ресурсов диких животных.

Большое значение в национальной стратегии придаётся дальнейшему развитию системы природоохранных территорий для сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов.

Правовое регулирование отношений по сохранению биологического разнообразия в Республике Беларусь осуществляется общими и специальными законодательными актами о природопользовании и охране окружающей среды, от-

дельными правовыми нормами административного и уголовного законодательства. К общим законодательным актам относятся Водный кодекс (1972), Кодекс о недрах (1976), Кодекс о земле (1990), разрабатываемый лесной кодекс.

Специальными законодательными актами о сохранении биоразнообразия являются законы РБ "Об охране окружающей среды" (1992), "Об особо охраняемых природных территориях и объектах" (1994).

В системе законов важное значение в правовом регулировании охраны животного разнообразия имеет закон РБ "Об охране и использовании животного мира" который вышел в 1996 году. В законе указано, что всякая деятельность, влияющая на состояние животного мира в следствие нарушения среды обитания, условий размножения и путей миграции животных, должна осуществляться с соблюдением требований, обеспечивающих охрану животного мира. При этом подчёркивается необходимость неприкосновенности участков, представляющих особую ценность в качестве среды обитания животных. Особенно важно соблюдение этого положения учитывать при организации работ в сельском хозяйстве, строительстве объектов народного хозяйства.

В законе определены права и обязанности пользователей животного мира. Каждый гражданин республики, а также предприятия, учреждения и организации имеют право осуществлять только те виды пользования животным миром, которые разрешены.

В зависимости от вида пользования пользователи животного мира обязаны:

- соблюдать установленные правила, нормы и сроки пользования животным миром;
- пользоваться животным миром способами, не допускающими нарушения целостности естественных сообществ и обеспечивающими сохранение животных;
- не допускать нарушения среды обитания животных;
- проводить учёт численности и состояния используемых животных, а также состояния среды их обитания;
- проводить необходимые комплексные мероприятия, направленные на воспроизводство животного мира;
- оказывать помощь государственным и иным органам, осуществляющим контроль за охраной и использованием животного мира.

Контрольные вопросы по разделу 2.7.

1. Назовите основные экологические функции растений.
2. Дайте характеристику растительных ресурсов республики Беларусь.
3. Каковы основные причины сокращения видового разнообразия растений.
4. Как осуществляется охрана особо ценных, редких и исчезающих видов растений?
5. Какую роль выполняют животные в биосфере и жизни человека?

6. Назовите основные причины сокращения и исчезновения отдельных видов животных. Приведите примеры.
7. Какое влияние на растительный и животный мир оказывает сельскохозяйственное производство.
8. Дайте характеристику состояния рыбного хозяйства Республики Беларусь и назовите основные пути преодоления неблагоприятной обстановки в отрасли.
9. Что такое Красная книга и в чем ее правовое значение?
10. Назовите главные направления по охране растений и животных.

2.8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ И ЗАПОВЕДНОГО ДЕЛА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ПО ЭКОЛОГИИ.

2.8.1. СТРУКТУРА ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОРГАНОВ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.

Основной целью экологической политики Республики Беларусь является обеспечение экологически безопасных условий для проживания людей, рациональное использование и охрана природных ресурсов, выработка правовых и экономических основ охраны окружающей среды в интересах настоящего и будущих поколений. Для достижения этой цели необходимо прежде всего последовательно провести структурную перестройку производственной сферы, осуществить, техническую политику, основанную на энергосбережении, применении малоотходных и безотходных технологий.

Основными направлениями работы по реализации государственной экологической политики являются: совершенствование природоохранного законодательства с целью создания более чёткой нормативной базы в области охраны окружающей среды, внедрение эффективных экономических методов управления и контроля за природопользованием и охраной окружающей среды; создание целостной системы финансирования природоохранных мероприятий; совершенствование системы органов управления и экологического контроля; наделение природоохранных органов соответствующими полномочиями в этой сфере; реализация программы экологической подготовки кадров, повышение экологической культуры населения; развитие международного сотрудничества и более активное использование зарубежного опыта в решении экологических проблем.

В Республике Беларусь сложилась целостная система планирования мероприятий по охране окружающей среды.

Наиболее характерными и масштабными в этом плане являются "Национальная программа рационального использования природных ресурсов и охра-

ны окружающей среды" и "Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь".

Кроме того, широко практикуется разработка и реализация программ и комплексных проектов по решению отдельных проблем в области охраны окружающей среды. К таким программам следует отнести развитие сети особо охраняемых природных территорий, защита населения от последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции, программа "Здоровье", программа "Ресурсосбережение" и другие. Сложившаяся практика перспективного и текущего планирования природоохранной деятельности позволяет достаточно успешно решать многие экологические проблемы. Как достижение может рассматриваться создание широкой сети особо охраняемых природных объектов, увеличение удельного веса лесистости территорий, планомерное повышение плодородия земель, развитие мощного потенциала экологической науки и успешное решение многих других вопросов.

Основу законодательства Республики Беларусь в области охраны окружающей среды и природопользования составляют:

Конституция Республики Беларусь (ст. 34, 46, 55) от 15.03.1994 г. с дополнениями и изменениями от 24 ноября 1996 г.

Концепция государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды, утверждена Верховным Советом Республики Беларусь 06.09.1995 г.

Законы Республики Беларусь:

"Об охране окружающей среды" от 26.11.1992 г.;

"О государственной экологической экспертизе" от 18.06.1993 г.;

"Об особо охраняемых природных территориях и объектах" от 20.10.1994 г.;

"О налоге за пользование природными ресурсами (экологический налог)" от 23.13.1991 г.;

"Об отходах производства и потребления" от 25.11.1993 г.;

"Об охране и использовании животного мира" от 19.09.1996 г.;

"Об охране атмосферного воздуха" от 15.04.1997 г.;

Кодекс Республики Беларусь о земле (11.12.1972 г.);

Водный кодекс Республики Беларусь (24.12.1972 г.);

Кодекс Республики Беларусь о недрах (18.06.1976 г.);

Лесной кодекс Республики Беларусь (21.06.1979 г.).

Систему государственных органов власти и управления в области охраны окружающей среды составляют:

Парламент – Национальное собрание Республики Беларусь, который является представительным и законодательным органом Республики Беларусь и:

определяет основные направления государственной экологической политики,

принимает законодательные акты в области охраны окружающей среды и природопользования,

объявляет, в случае необходимости, территории зонами экологического бедствия,

утверждает государственные экологические программы Республики Беларусь.

Президент Республики Беларусь, являясь главой государства, на основе и в соответствии с Конституцией Республики Беларусь издаёт декреты, указы, распоряжения, имеющие обязательную силу на всей территории Республики Беларусь, в том числе и по вопросам охраны окружающей среды, а также непосредственно или через создаваемые им органы осуществляет контроль за соблюдением природоохранного законодательства местными органами управления и самоуправления и подведомственными ему органами.

Правительство – Совет Министров Республики Беларусь является центральным органом государственного управления, осуществляет исполнительную власть в Республике Беларусь, реализацию государственной экологической политики в республике, в том числе, разработку и реализацию государственных экологических программ и крупных природоохранных мероприятий, координацию деятельности министерств и иных республиканских органов государственного управления в области охраны окружающей среды и природопользования, а также осуществляет международное сотрудничество в этой области.

Областные, районные, городские, поселковые, сельские Советы депутатов, а также местные исполнительные комитеты и распорядительные органы, составляющие систему местного управления и самоуправления в республике несут ответственность за состояние окружающей среды на соответствующих территориях, организуют выполнение государственных экологических программ, иных природоохранных мероприятий, а также разрабатывают и утверждают местные программы охраны природы, организуют их материально-техническое и финансовое обеспечение.

Кроме того, в систему государственных органов управления входят государственные органы специальной компетенции, т.е. те, которые в соответствии с актами законодательства Республики Беларусь специально уполномочены выполнять природоохранные функции.

Основным государственным органом в области охраны окружающей среды является Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Главными задачами Министерства являются:

- разработка и проведение единой государственной политики в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- осуществление комплексного управления природоохранной деятельностью в республике, координация деятельности в этом направлении других республиканских органов государственного управления и юридических лиц;
- осуществление государственного контроля в области охраны окружающей среды;

- обеспечение населения информацией о состоянии окружающей среды и принимаемых мерах по ее оздоровлению, участие в создании системы экологического образования и воспитания, взаимодействие с общественными природоохранными объединениями;
- осуществление международного сотрудничества в пределах своей компетенции.

В систему Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды входят Комитет рыбоохраны, 6 областных и Минской городской комитеты и 123 горрайинспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды, а также производственное объединение "Белгеология", научные учреждения: Белорусский научно-исследовательский центр "Экология", Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов, Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт и Республиканский научно-технический центр дистанционной диагностики природной среды "Экомир".

Иными специально уполномоченными государственными органами являются:

Государственный комитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии Республики Беларусь, в компетенцию которого входят вопросы учета земель, ведение государственного земельного кадастра, государственный контроль за использованием и охраной земель, руководство землеустроительной службой.

Комитет рыбоохраны при Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды, в компетенцию которого входят вопросы охраны, использования и воспроизводства ресурсов рыб и водных беспозвоночных.

Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, которое осуществляет государственный контроль за состоянием, использованием, воспроизводством, охраной и защитой лесов, а также ведет государственный учет лесов и государственный лесной кадастр.

Государственный комитет по гидрометеорологии Республики Беларусь, на который возложено наблюдение за состоянием поверхностных вод, атмосферного воздуха, почв, а также за радиационным загрязнением природной среды.

Министерство здравоохранения Республики Беларусь. К компетенции его органов государственного санитарного надзора отнесены вопросы гигиены труда, контроль за качеством питьевой воды и продуктов питания, а также соблюдением санитарных правил содержания улиц, дворов и иных территорий населенных пунктов.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, на которое возложено решение всех вопросов, связанных с ликвидацией чрезвычайных ситуаций, радиационного загрязнения и их последствий, вызванных стихийными бедствиями, производственными авариями и катастрофами.

Государственный таможенный комитет Республики Беларусь выполняет природоохранительные функции путем принятия мер по борьбе с незаконным вывозом животных и растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь, торговля которыми регулируется международными соглашениями, а так-

же с незаконными ввозом товаров, представляющих экологическую опасность для окружающей среды и населения республики.

Министерство внутренних дел Республики Беларусь обеспечивает охрану атмосферного воздуха от вредного воздействия транспортных средств силами экологической милиции, оказывает иное содействие природоохранным органам при осуществлении государственного контроля в области охраны окружающей среды.

Управление делами Президента Республики Беларусь осуществляет управление национальными парками и заповедниками.

Природоохранными проблемами занимаются научно-исследовательские институты Академии наук Беларуси: генетики и цитологии, геологических наук, зоологии, проблем использования природных ресурсов и экологии, радиобиологии, радиоэкологических проблем, фитобиологии, экспериментальной ботаники, леса, а также ряд научно-исследовательских институтов и центров различных министерств и иных республиканских органов государственного управления: Центр рационального контроля и мониторинга природной среды (Госкомгидромет), институт почвоведения и агрохимии, защиты растений (Аграрная академия наук Минсельхозпрода), радиационной безопасности (МЧС), санитарно-гигиенический (Минздрав).

2.8.2. ОБЩЕСТВЕННЫЕ ПРИРОДООХРАННЫЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ.

В Беларуси в настоящее время зарегистрировано 4 основных республиканских природоохранных объединения. Белорусское общество охраны природы (БООП) действует более 30 лет, имеет свои региональные организации практически во всех областях, городах и районах страны, а также первичные организации во многих трудовых коллективах.

Старейшим общественным объединением является Белорусское общество охотников и рыболовов (БООР). Оно также имеет разветвленную сеть областных, городских, районных и первичных организаций. За охотколлективами этого общества на правах аренды закреплена основная площадь охотничьих угодий.

Хорошие природоохранные традиции имеет Белорусское молодежное экологическое движение "Белая Русь". Отличительной особенностью его является отсутствие четкой организационной структуры и фиксированного постоянного членства. Многие городские и районные структуры этого движения, республиканский координационный совет проявляют высокую практическую активность, являются инициаторами и участниками многих акций природоохранной направленности, поддерживают постоянные связи с зарубежными природоохранными общественными объединениями.

Белорусский Социально-Экологический союз основное внимание концентрирует на проблемах, связанных с негативными последствиями на Чернобыльской атомной электростанции.

Также действует более 30 зарегистрированных объединений, главной целью которых является решение различных социальных, экологических и экономических проблем, возникших после аварии на Чернобыльской АЭС.

2.8.3. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

Республика Беларусь, являясь одним из учредителей Организации Объединенных Наций, на постоянной основе поддерживает контакты с межправительственными организациями: Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Старшими советниками правительств стран-членов Европейской экономической комиссии (ЕЭК) ООН по проблемам окружающей среды и водным ресурсам, Исполнительным органом Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, Международной справочной системой источников информации по окружающей среде (ИНФОТЕРРА), Организацией Экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Комиссией Европейского сообщества и другими.

Расширяется взаимодействие с такими крупными международными организациями как Совет Европы, ЮНЕСКО, МАГАТЭ, Всемирный Банк (ВБ), Евробанк.

Постоянные представители, эксперты, советники Республики Беларусь принимают участие в работе сессий, симпозиумов, конференций, совещаний, консультативных встреч вышеперечисленных международных организаций для обеспечения дальнейшего сотрудничества и разработки современных программ действий, а также использования международного опыта в области охраны окружающей среды в своей практической деятельности.

Приоритетным направлением в международном сотрудничестве в области охраны окружающей среды является развитие двухсторонних связей прежде всего с государствами-членами Межгосударственного экологического совета (МЭС) и другими сопредельными государствами, а также с потенциальными инвесторами (Германия, Дания, Швейцария и другими).

Подписаны и реализуются межправительственные Соглашения о сотрудничестве в области охраны окружающей среды с Латвией, Российской Федерацией и Украиной, а также межведомственными - с Польшей, Данией, Молдовой, Литвой и Болгарией.

Особое внимание в развитии международного сотрудничества на многосторонней основе уделялось организации и обеспечению выполнения Международных Конвенций и подписанным к ним Протоколам, Стороной которых является Республика Беларусь, прежде всего, в разработке национальных механизмов выполнения стратегий, планов действий, программ, а также активизации сотрудничества с органами управления Конвенциями.

По состоянию на 1 января 1997 года подписаны и ратифицированы следующие Конвенции и Протоколы:

Конвенция 1979 года о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния;

Протокол к Конвенции 1979 года о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния относительно долгосрочного финансирования совместной Европейской программы мониторинга и оценки переноса загрязнений воздуха на большие расстояния (ЕМЕП);

Протокол о сокращении выбросов серы и их трансграничных потоков по меньшей мере на 30%;

Протокол о контроле за выбросами окислов азота и их трансграничных потоков;

Венская Конвенция об охране озонового слоя;

Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой;

Конвенция о биологическом разнообразии;

Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения;

а также подписанные, но не ратифицированные Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте и Конвенция об изменениях климата.

Совместно с заинтересованными министерствами и ведомствами осуществляются практические мероприятия по реализации вышеуказанных Конвенций и Протоколов, что способствует улучшению экологической обстановки в республике.

В 1996 году активизировал свою деятельность Белорусский национальный Комитет содействия Программе ООН по окружающей среде (Белорусский ЮНЕПком), который призван оказывать содействие в реализации проектов и программ ЮНЕП в Беларуси, осуществлять пропаганду идей и принципов Конференции в Рио (1992 г.), Повестки дня на XXI век, Концепции устойчивого развития, вести пропаганду и распространение информационных материалов по окружающей среде, а также участвовать в международном экологическом движении, в проведении конференций и семинаров.

В апреле 1997 года в г. Минске проведена Международная конференция по устойчивому развитию стран с переходной экономикой. Создана комиссия по устойчивому развитию, разработана Концепция устойчивого развития Республики Беларусь и подготовлена Национальная Стратегия, которая войдет в число основных программных документов Правительства по развитию общества.

2.8.4. ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.

В условиях непрерывно расширяющегося хозяйственного использования территории человеком, когда имеет место коренная перестройка отдельных компонентов и всего природного ландшафта в целом, возникает историческая необходимость и одновременно неизбежность в организации охраны природы

в целом и создании сети охраняемых от непосредственного воздействия человека природных ландшафтов.

Система охраняемых природных территорий республики Беларусь включает в себя заповедники, национальные парки, заказники и памятники природы.

Заповедники. Заповедники представляют собой ценные в научно-природоведческом и культурно-образовательном отношении сравнительно большие, не измененные или малоизмененные человеком природные территориальные комплексы, которые навсегда исключаются из хозяйственного пользования с целью:

а) сохранения и развития в природных условиях особо ценных или исчезающих представителей животного и растительного мира;

б) сохранения для научно-исследовательских работ и культурно-образовательных целей не нарушенных хозяйственным влиянием экосистем как природных эталонов;

в) охраны общего природного разнообразия типичных и интересных в научно-природоведческом и эстетическом отношении ландшафтов различных природно-географических зон страны.

Заповедники - высшая категория природоохранных территорий. Всякая деятельность, нарушающая природные комплексы или угрожающая состоянию природных объектов, запрещается как на территории заповедников, так и в пределах устанавливаемых вокруг них охранных зон. На территории запрещены строительство промышленных и сельскохозяйственных предприятий, разведка и добыча полезных ископаемых, рубка леса, сенокошение, сбор растений, выпас скота, охота, рыбная ловля, применение ядохимикатов, акклиматизация животных и растений, все формы туризма и отдыха населения.

Национальные парки. Национальные парки - достаточно большие территории, где охрана природы сочетается с рекреацией. Эта территория состоит из одной или нескольких экологических систем либо природных ландшафтов высокой эстетической ценности, мало или вообще не измененных деятельностью человека, где охраняются растения, животные и ландшафты. Главная задача национальных парков — сохранение и поддержание естественных экологических, геоморфологических и эстетических ценностей данной территории.

Заказники. Территории, на которых допускается хозяйственное использование лишь части природных объектов, только в определенные сезоны и лишь в той мере, в какой это не наносит вреда охраняемым объектам. Таким образом, основное назначение заказников состоит в том, чтобы установить определенные ограничения прав землепользователей в интересах охраны природы.

Статус заказников определяется их целевым назначением: в охотничьих заказниках сохраняются оптимальные условия для охотничьих животных, в ботанических — для отдельных видов и групп растений, в гидрологических — для соблюдения водного режима охраняемых объектов и т. д. Целевое назначение предопределяет исключение или ограничение в заказниках определенных видов хозяйственной деятельности, в ботанических, например, нельзя косить траву, рубить деревья, выпасать скот, устраивать лагерные городки на участках

с охраняемой растительностью. В заказниках, предназначенных для охраны редких видов насекомых, вся хозяйственная и рекреационная деятельность должна быть регламентирована с учетом местообитания и биологии охраняемых насекомых.

Памятники природы. Объекты природы, представляющие научный, исторический и культурно-эстетический интерес. К их числу относят парки-памятники, уникальные участки леса, насаждения ценных древесных пород, участки реликтовой растительности.

Охрана памятников природы возлагается на землепользователей, а контроль за соблюдением режима охраны — на природоохранные организации области. Поскольку памятников природы много и они рассеяны по территории, особую роль в их охране призвана играть общественность.

Общая площадь охраняемых территорий в Беларуси составляет 1339,7 тыс. га (6,4% территории республики). В настоящее время в республике имеются два заповедника (Березинский биосферный и Припятский ландшафтно-гидрологический), два национальных парка (Беловежская пуша и Браславские озера), 87 заказников республиканского и 684 заказников местного значения, 573 памятника природы.

Необходимость дальнейшего развития особо охраняемых территорий вызывается выполнением ряда международных конвенций, созданием оптимального территориального соотношения между нарушенными и естественными ландшафтами.

Контрольные вопросы к разделу 2.8.

1. Назовите государственные органы, регулирующие природоохранные правовые нормы.
2. Перечислите общественные природоохранные объединения Республики Беларусь.
3. В каких формах осуществляется в нашей стране международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.
4. Назовите категории охраняемых природных комплексов и объектов.
5. Какие природоохранные комплексы и объекты находятся на территории Вашего района?