

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра «Технический сервис»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Экология**

**Направление подготовки (специальность) Управление в технических системах**

**Профиль образовательной программы Системы и средства автоматизации  
технологических процессов**

**Форма обучения очная**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **1. Конспект лекций**

- 1.1 Лекция № 1** Общие вопросы экологии
- 1.2 Лекция № 2** Учение о биосфере (глобальная экология)
- 1.3 Лекция №3** Аутэкология (экология особей)
- 1.4 Лекция №4** Демэкология (экология популяций)
- 1.5 Лекция № 5** Синэкология (экология сообществ)
- 1.6 Лекция № 6** Экология человека
- 1.7 Лекция №7** Рост народонаселения Земли
- 1.8 Лекция №8** Ограничность природных ресурсов
- 1.9 Лекция № 9** Загрязнение окружающей среды
- 1.10 Лекция №10** Проблема загрязнения атмосферы
- 1.11 Лекция №11** Особенности, виды и источники загрязнения гидросферы
- 1.12 Лекция № 12** Твердые бытовые отходы и способы их утилизации
- 1.13 Лекция № 13** Радиоактивное загрязнение
- 1.14 Лекция №14** Методы контроля загрязняющих веществ
- 1.15 Лекция №15** Природоохранные мероприятия
- 1.16 Лекция №16** Основы экологического права
- 1.17 Лекция № 17** Международное сотрудничество в охране окружающей среды

### **2. Методические указания по проведению практических занятий**

- 2.1 Практическое занятие № ПЗ-1** 1 Влияние абиотических факторов внешней среды на организм человека .....
- 2.2 Практическое занятие № ПЗ-2** Влияние биотических факторов среды на организм человека .....
- 2.3 Практическое занятие № ПЗ-3** Пространственная и демографическая структура популяций
- 2.4 Практическое занятие № ПЗ-4** Основные характеристики биоценозов
- 2.5 Практическое занятие № ПЗ-5** Антропогенные факторы среды и их влияние на организм человека
- 2.6 Практическое занятие № ПЗ-6** Определение питательных веществ, необходимых организму
- 2.7 Практическое занятие № ПЗ-7** Определение функционального состояния и адаптивных возможностей организма

- 2.8 Практическое занятие № ПЗ-8 Социально- демографические проблемы экологии человека**
- 2.9 Практическое занятие № ПЗ-9 Земельные ресурсы, их оценка, состояние и загрязнение**
- 2.10 Практическое занятие № ПЗ-10 Экологические проблемы использования энергоресурсов**
- 2.11 Практическое занятие № ПЗ-11 Расчет предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу**
- 2.12 Практическое занятие № ПЗ-12 Оценка эффективности работы пылеуловителя**
- 2.13 Практическое занятие № ПЗ-13 Состав сточных вод и расчет необходимой степени их очистки**
- 2.14 Практическое занятие № ПЗ-14 Оценка устойчивости к загрязнению поверхностных вод**
- 2.15 Практическое занятие № ПЗ-15 Оценка ущерба, наносимого обществу антропогенным загрязнением окружающей среды**
- 2.16 Практическое занятие № ПЗ-16 Понятие «Устойчивого развития человечества»**

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1. 1 Лекция №1 (2 часа).

Тема: «Общие вопросы экологии»

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Предмет и задачи экологии как науки
2. Возникновение и развитие экологии
3. Методы экологических исследований
4. Основные законы экологии

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов

#### 1. Предмет и задачи экологии как науки

Экология – это наука, исследующая закономерности жизнедеятельности организмов в их естественной среде обитания, с учетом изменений, вносимых в среду деятельностью человека.

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

Основными задачами экологии являются:

- исследование закономерностей организации жизни, в том числе с антропогенными воздействиями на природные экосистемы;
- создание научной основы рационального природопользования;
- прогнозирование изменений природы под влиянием деятельности человека;
- сохранение среды обитания человека.

Экология как общая биологическая наука также может быть расчленена на составные части: экологию растений, экологию насекомых, экологию лесных пород и т. д. Однако если для других наук индивидуум является наикрупнейшей единицей, то для экологии он — мельчайшая единица исследований.

В настоящее время экология распалась на ряд научных отраслей и дисциплин, подчас далеких от первоначального понимания ее как биологической науки (биоэкологии) об отношениях живых организмов с окружающей их средой. Экологию *по размерам объектов изучения* делят на аутэкологию (особи, организм и его среда), демэкологию, или популяционную экологию (популяция и ее среда), синэкологию (биотическое сообщество, экосистема и их среда), географическую, или ландшафтную, экологию (крупные геосистемы, географические процессы с участием живого и их среды) и глобальную экологию (мегаэкология, учение о биосфере Земли).

По отношению к *предметам изучения* экологию подразделяют на экологию микроорганизмов (прокариот), грибов, растений, животных, человека, сельскохозяйственную, промышленную (инженерную), общую экологию.

По *средам и компонентам* различают экологию суши, пресных водоемов, морскую. Крайнего Севера, высокогорий, химическую (геохимическую, биохимическую). По *подходам к предмету* выделяют аналитическую и динамическую экологию.

С точки *фактора времени* рассматривают историческую и эволюционную экологию (в том числе археологию). В *системе экологии человека* выделяют социальную экологию (взаимоотношение социальных групп общества с их средой жизни), отличающуюся от экологии индивида и экологии человеческих популяций по функционально-пространственному уровню, равную синэкологии, но имеющую ту особенность, что сообщества людей в связи с их средой имеют доминанту социальной организации (социальную экологию рассматривают для уровней от элементарных социальных групп до человечества в целом).

## 2 Возникновение и развитие экологии

Слово «экология» образовано от двух греческих слов «oikos» - дом, жилище, убежище, местообитание и «logos» - наука. Первое классическое определение, данное Э. Геккелем, звучит просто – «животное у себя дома». Под экологией он понимал науку о взаимоотношении между организмом животного и средой обитания.

Экология приобрела практический интерес еще на заре развития человечества. В примитивном обществе каждый индивидуум для того, чтобы выжить, должен был иметь определенные представления об окружающей его среде. Элементы экологии имеют место в эпических произведениях и легендах (в древнеиндийских сказаниях «Махабхарата» даются сведения о повадках и образе жизни около 50 видов животных).

В настоящее время выделяют три основных этапа развития экологии как науки:

Первый этап - накопление фактического материала и первый опыт его систематизации. Аристотель в «Истории животных» описал более 500 видов известных ему животных, рассказал о их поведении. Теофраст Эрезийский описал влияние почвы и климата на структуру растений. В средние века интерес к изучению природы ослабевает, сменяясь господством схоластики и богословия. Большинство сведений этого времени имеют прикладной характер, опираясь на описание целебных трав (Авицена), культивируемых растений и животных, на знакомство с природой далеких стран (М.Поло, А. Никитин)

Географические открытия в эпоху Возрождения явились толчком к развитию биологических наук. Происходило накопление фактов о разнообразии живых организмов, их распространении, выявление особенностей строения растений и животных. Английский химик Р. Бойль первым осуществил экологический эксперимент и опубликовал результаты сравнительного и изучения влияния низкого давления на различных животных. А. Левенгук – пионер в изучении пищевых цепей и регуляции численности организмов. На основании путешествий в 18 веке С.П. Квашенниковым, И.И. Лепехиным, П.С. Палласом указывалось на взаимосвязь изменения климата, животного и растительного мира. Ломоносов М.В. утверждал что изменения в неживой природе это непосредственная причина изменения растительного и животного мира, по останкам вымерших форм судил об условиях их существования в прошлом. Француз Ж. Бюффон считал возможным перерождение видов и причиной превращения одного вида в другой называл биотические факторы (температура, климат, качество пищи, гнет одомашнивания). Из его трудов выросло учение Ж.Б. Ламарка и далее эволюционное учение Ч. Дарвина. К концу 18 века начало складываться экологическая точка зрения на изучаемые явления природы.

Второй этап – связан с крупномасштабными ботанико-географическими исследованиями в природе. Основоположником экологии растений считается А. Гумбольдт, который показал значение климатических условий для распределения растений. Э.А. Эверсман рассматривал организмы в тесном единстве с окружающей средой. Он делит факторы среды на абиотические и биотические, приводит примеры борьбы и конкуренции между организмами. К.Ф. Рулье считал необходимостью развития особого направления в зоологии, посвященного всестороннему изучению и объяснению жизни животных, их сложным взаимоотношениям с окружающим миром. Он подчеркивал, что в зоологии наряду с классификацией отдельных органов нужно производить «разбор явлений образа жизни» (линька, спячка, миграции и т.д.). Ученые начала 19 века анализировали закономерности организмов и среды, взаимоотношения между организмами, явления приспособляемости и приспособленности.

Третий этап – завершается отделение экологии от других наук. Благодаря учению Ч. Дарвина в конце 19 века она превратилась в науку об адаптации организмов. Однако сам термин был предложен Э. Геккелем в 1866 году. Содержание экологии являлось главным образом изучение образа жизни животных и растений, их адаптивности к климатическим условиям. В конце 70-х годов 19 в появляется новое направление. К.

Мебиус обосновал представление о биоценозе. Также в это время русский ученый В.В. Докучаев создал учение о природных зонах, в 1910г в Брюсселе на 3 Ботаническом конгрессе экология растений разделилась на экологию особей и экологию сообществ. В 1913-1920гг организованы экологические научные сообщества. Экологию начинают преподавать в ряде университетов. Углублялись исследования типов взаимосвязи организмов, лежащих в основе существования биоценозов. Проблему взаимодействия живых организмов с неживой природой подробно разработал В.И. Вернадский. На развитие популяционной экологии оказали влияние С.А. Северцев, И.Г. Серебряков, С.С. Шварц. В начале 40-х годов возникает новый подход к исследованию природных экосистем. Г. Гаузе предлагает – принцип конкурентного исключения. В. Н. Сукачев обосновывает представление о биогеоценозе.

### 3 Методы экологических исследований

В экологии используются *методы исследований и понятия*, применяемые и в других науках — биологии, математике, физике, химии и т.д. Многие же методы исследований свойственны исключительно экологии. Например, если исследования экологии особей (аутэкология) иногда близки исследованиям в области физиологии или биогеографии, то изучение популяций и биоценозов относится всецело к экологии. При переходе от одного уровня к другому — более высокому — у веществ выявляются новые свойства.

Основные методы экологических исследований: полевые, экспериментальные исследования с использованием экосистемного подхода, изучения сообществ (синэкология), популяционного подхода (демэкология), анализ местообитаний, эволюционного и исторических подходов.

*Экосистемный подход.* При экосистемном подходе в центре внимания исследователя-эколога являются *поток энергии и круговорот веществ* между биотическим и абиотическим компонентами экосферы. Наибольший интерес представляет установление функциональных связей, таких, как цепи питания, живых организмов между собой и с окружающей средой. Все связи оцениваются по их воздействию на установленный объект.

*Изучение сообществ.* При изучении сообществ исследуют растения, животных и микроорганизмы, которые обитают в различных биотических единицах, таких, как лес, луг, пустошь. Основное внимание уделяется определению и описанию видов, изучению факторов, ограничивающих их распространение. Одним из аспектов подобных исследований является получение научных данных о сукцессиях и климаксовых сообществах, что весьма важно для решения вопросов рационального использования природных ресурсов.

*Популяционный подход.* В современных популяционных исследованиях используются математические модели роста, самоподдержания и уменьшения численности тех или иных видов. Построение моделей связано с такими понятиями, как рождаемость, выживаемость и смертность. Популяционный подход обеспечивает теоретическую базу для понимания вспышек численности вредителей и паразитов, имеющих значение для медицины и сельского хозяйства, дает возможность борьбы с ними применением биологических методов, например использование хищников и паразитов вредителя, позволяет оценить критическую численность вида, необходимую для его выживания. Это особенно важно при организации заповедников, ведении сельского и охотничьего хозяйства, а в теоретическом плане — при изучении вопросов эволюционной и исторической экологии.

*Изучение местообитаний.* Анализ местообитания особо выделяют в связи с удобством проведения исследований. Он широко распространен в полевых исследованиях, так как местообитания легко поддаются классификации. Здесь изучают биотические компоненты экосистемы, основные факторы окружающей среды —

эдафические, топографические и климатические, такие, как почва, вода, влажность, температура, свет и ветер. Анализ местообитаний имеет тесные связи с экосистемным подходом и изучением сообществ.

*Эволюционный подход.* Важный материал о характере вероятных будущих изменений мы можем получить, изучая, как экосистемы, сообщества, популяции и местообитания менялись во времени. Эволюционная экология рассматривает изменения, связанные с развитием жизни на Земле, позволяет понять основные закономерности, которые действовали экосфере до того момента, когда важным экологическим фактором, влияющим на большинство организмов и на физическую среду, стала деятельность человека. Эволюционный подход в исследованиях позволяет реконструировать экосистемы прошлого, используя палеонтологические данные (анализ пыльцы, ископаемые остатки и т. д.) и сведения о современных экосистемах.

*Исторический подход.* Историческая экология изучает изменения, связанные с развитием человеческой цивилизации и технологии, их возрастающее влияние на природу, охватывая период от неолита до наших дней. Используя исторические подходы, можно выявлять долговременные экологические тенденции, которые установить только путем изучения современных экосистем невозможно. Таковы, например, изменения климата, конвергентная эволюция, расселение видов растений и животных. Исторический подход дает больше новых теоретических идей в сравнении с анализом местообитаний.

В последнее десятилетие XX в. успехи техники дали возможность на количественном уровне изучать большие, сложные системы, такие, как экологические. Необходимыми инструментами для этого послужили метод меченых атомов, новые физико-химические методы (спектрометрия, колориметрия, хромотография), дистанционные методы зондирования, автоматический мониторинг, математическое моделирование и т.д. Это позволило ученым разных стран, работающим с 1964 г. по общей Международной биологической программе (МБП), подсчитать максимальную биологическую продуктивность всей нашей планеты или тот природный фонд, которым располагает человечество, и максимально возможные нормы изъятия продукции для нужд растущего населения Земли. Конечной целью МБП было выявление качественного и количественного распределения и воспроизводства органического вещества в интересах использования их человеком. Итоги работы ученых по МБП поставили перед современным обществом актуальнейшую задачу предотвращения возможных нарушений биологического равновесия в масштабах всей планеты.

#### 4 Основные законы экологии

Рассмотрим главнейшие, экологические законы, они приведены в алфавитном порядке.

**Закон биогенной миграции атомов** (или закон Вернадского): миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется под превосходящим влиянием живого вещества, организмов. Живое вещество или принимает участие в биохимических процессах непосредственно, или создает соответствующую, обогащенную кислородом, углекислым газом, водородом, азотом, фосфором и другими веществами, среду.

**Закон внутреннего динамического равновесия:** вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных естественных систем и их иерархии очень тесно связанные между собою, так что любое изменение одного из показателей неминуемое приводит к функционально-структурным изменениям других, но при этом сохраняются общие качества системы — энергетические, информационные и динамические. Следствия действия этого закона обнаруживаются в том, что после любых изменений элементов естественной среды (вещественного состава, энергии, информации, скорости естественных процессов и т.п.) обязательно развиваются цепные реакции, которые стараются нейтрализовать эти изменения.

**Закон внутреннего динамического равновесия** — один из главнейших в природопользовании. Он помогает понять, что в случае незначительных вмешательств в естественную среду ее экосистемы способны саморегулироваться и восстанавливаться, но если эти вмешательства превышают определенные границы (которые человеку следует хорошо знать) и уже не могут «угаснуть» в цепи иерархии экосистем (охватывают целые речные системы, ландшафты), они приводят к значительным нарушениям энерго- и биобаланса на значительных территориях и в всей биосфере.

**Закон генетического разнообразия:** все живое генетическое разное и имеет тенденцию к увеличению биологической разнородности.

**Закон исторической необратимости:** развитие биосферы и человечества как целого не может происходить от более поздний фаз к начальным, общий процесс развития однонаправленный. Повторяются лишь отдельные элементы социальных отношений (рабство) или типы хозяйствования.

**Закон константности** (сформулированный В. Вернадским): количество живого вещества биосферы (за определенное геологическое время) есть величина постоянная. Этот закон тесно связан с законом внутреннего динамического равновесия. По закону константности любое изменение количества живого вещества в одном из регионов биосферы неминуемое приводит к такой же по объему изменения вещества в другом регионе, только с обратным знаком.

**Закон корреляции** (сформулированный Ж. Кювье): в организме как целостной системе все его части отвечают одна другой как за строением, так и за функциями. Изменение одной части неминуемо вызовет изменения в других.

**Закон минимума** (сформулированный Ю. Либихом): стойкость организма определяется самым слабым звеном в цепи ее экологических потребностей. Если количество и качество экологических факторов близкие к необходимому организму минимума, он выживает, если меньшие за этот минимум, организм гибнет, экосистема разрушается.

**Закон односторонности потока энергии:** энергия, которую получает экосистема и которая усваивается продуцентами, рассеивается или вместе с их биомассой необратимо передается консументам первого, второго, третьего и других порядков, а потом редуцентам, что сопровождается потерей определенного количества энергии на каждом трофическом уровне в результате процессов, которые сопровождают дыхание.

**Закон оптимальности:** никакая система не может суживаться или расширяться к бесконечности. Никакой целостный организм не может превысить определенные критические размеры, которые обеспечивают поддержку его энергетики. Эти размеры зависят от условий питания и факторов существования.

**Закон пирамиды энергии** (сформулированный Р. Линдеманом): с одного трофического уровня экологической пирамиды на другого переходит в среднем не более 10 % энергии.

**Закон развития окружающей среды:** любая естественная система развивается лишь за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей среды. Абсолютно изолированное саморазвитие невозможно — это вывод из законов термодинамики.

#### **Очень важными являются следствия закона.**

1. Абсолютно безотходное производство невозможное.
2. Любая более высокоорганизованная биотическая система в своем развитии есть потенциальной угрозой для менее организованных систем. Поэтому в биосфере Земли невозможно повторное зарождение жизни — оно будет уничтожено уже существующими организмами
3. Биосфера Земли, как система, развивается за счет внутренних и космических ресурсов.

**Закон уменьшения энергоотдачи в природопользовании:** в процессе получения из естественных систем полезной продукции с течением времени (в историческом аспекте) на ее изготовление в среднем расходуется все больше энергии (возрастают энергетические затраты на одного человека). Так, ныне затраты энергии на одного человека за сутки почти в 60 раз большие, чем во времена наших далеких предков (несколько тысяч лет тому). Увеличение энергетических затрат не может происходить бесконечно, его можно и следует рассчитывать, планируя свои отношения с природой с целью их гармонизации.

**Закон толерантности** (закон Шелфорда): лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического влияния, диапазон между которыми определяет степень выносливости (толерантности) организма к данному фактору. Соответственно закону любой излишек вещества или энергии в экосистеме становится его врагом, загрязнителем.

Научной общественности широко известны также четыре закона экологии американского ученого Б. Коммонера:

- 1) все связанное со всем;
- 2) все должно куда-то деваться;
- 3) природа «знает» лучше;
- 4) ничто не проходит напрасно (за все надо платить).

Как отмечает М. Реймерс, первый закон Б. Коммонера близкий по смыслу к закону внутреннего динамического равновесия, второй — к этому же закону и закону развития естественной системы за счет окружающей среды, третий — предостерегает нас от самоуверенности, четвертый — снова затрагивает проблемы, которые обобщают закон внутреннего динамического равновесия, законы константности и развития естественной системы. По четвертому закону Б. Коммонера мы должны возвращать природе то, что берем у нее, иначе катастрофа с течением времени неминуемая.

## 1. 2 Лекция №2 ( 2 часа).

**Тема:** «Учение о биосфере(глобальная экология)»

### 1.2.1 Вопросы лекции:

- 1 Определение и структура биосферы
- 2 Живое вещество биосферы
- 3 Потоки энергии в биосфере
- 4 Эволюция биосферы

### 1.2.2. Краткое содержание вопросов

#### 1 Определение и структура биосфера

Самым высоким уровнем организации жизни на планете Земля является биосфера. Этот термин был введен в 1875 году. Впервые его использовал австрийский геолог Э. Зюсс — тонкая пленка жизни на земной поверхности. Однако учение биосфере появилось в 20-е годы прошлого столетия, автором является В.И. Вернадский. Согласно учению В. И. Вернадского биосфера представляет собой наружную оболочку Земли, включающую все живое вещество и область его распространения( среду обитания).

Биосфера имеет свои границы, обусловленные распространением жизни — это атмосфера, литосфера и гидросфера.

Атмосфера — газообразная оболочка Земли. Состоит из смеси различных газов, водяных паров и пыли. Через нее осуществляется обмен вещества Земли с Космосом.

Атмосфера делится на тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу и экзосферу. Граница биосферы в атмосфере находится на высоте 25-27 км (уровень озонового слоя).

Литосфера – верхняя твердая оболочка Земли, постепенно переходящая с глубиной в сферы с меньшей прочностью вещества. Она также не вся заселена живыми организмами распространение жизни здесь ограничено температурой.

Гидросфера – жидккая оболочка Земли (совокупность всех вод Земли: материковых, океанических и атмосферных). Вследствие высокой подвижности воды проникают повсеместно в различные природные образования.

Атмосфера, гидросфера и литосфера тесно взаимодействуют между собой. Практически все поверхностные, экзогенные, геологические процессы обусловлены этим взаимодействием и проходят, как правило, в биосфере.

Биосфера представляет собой гигантскую биологическую систему, включающую разнообразие составляющих компонентов. В.И. Вернадский предложил все, что входит в состав биосферы, объединить в группы в зависимости от характера происхождения вещества:

1. Живое вещество – живые организмы, вся их совокупность.
2. Косное вещество – совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют.
3. Биогенное вещество – совокупность веществ, которые образованы самими организмами или являются продуктами их жизнедеятельности.
4. Биокосное вещество – создается в биосфере одновременно живыми организмами и косными процессами.

Следовательно биосфера – это та область Земли, которая охвачена или была охвачена влиянием живого вещества. Биосфера как место современного обитания организмов вместе с самими организмами можно разделить на три подсфера:

- аэробиосфера – субстрат жизни, влага атмосферы (тропобиосфера, альтобиосфера, парабиосфера);
- гидробиосфера – глобальный мир воды (аквабиосфера, моринобиосфера – фотосфера, дисфотосфера, афотосфера)
- геобиосфера – верхняя часть земной коры (террабиосфера(фитосфера, педосфера, эоловая зона), метабиосфера (гипотеррабиосфера, теллуробиосфера))

Пределы биосферы обусловлены, прежде всего, полем существования жизни, в вертикальном пределе высотой около 6 км над уровнем моря. Нижний предел существования активной жизни ограничивают дном океана и изотермой 100°C в литосфере, расположенным на отметках около 11 км.

## 2 Живое вещество биосфера

В.И. Вернадский считал, что главную преобразующую роль в биосфере играет живое вещество.

Живое вещество самая активная форма материи, оно проводит гигантскую геохимическую работу в биосфере, полностью преобразуя верхние оболочки Земли за время своего существования.

Выделяют разные уровни существования живого вещества – от крупных молекул до растений и животных различных организаций.

1. Молекулярный – самый низкий, биологические системы представляются в виде функционирования биологически активных крупных молекул –белков, нуклеиновых кислот, углеводов.

2. Клеточный – биологически активные молекулы сочетаются в единую систему (одноклеточные и многоклеточные организмы)

3. Тканевый – сочетание однородных клеток образуют ткань

4. Органный – несколько типов тканей функционально взаимодействуют и образуют определенный орган

5. Организменный – взаимодействие ряда органов сводится в единую систему индивидуального организма.

6. Популяционно-видовой – существует совокупность определенных однородных организмов, связанных единством происхождения, образом жизни и местом обитания.

7. Биоценоз и биогеоценоз – более высокий уровень организации живой материи, объединяющий разные по видовому составу организмы

8. Биосферный – уровень, на котором сформировалась природная система наиболее высокого ранга, охватывающая все проявления жизни.

По способу питания все живые организмы делятся на:

- автотрофы – организмы, берущие нужные им для жизни химические элементы из окружающей их материи (фототрофы и хемотрофы).

- гетеротрофы - нуждаются для своего питания в органическом веществе, образованном другими организмами(биотрофы и сапротрофы)

- миксотрофы – организмы способные сочетать одновременно различные типы питания.

В масштабах планеты выделяют 5 основных функций живого вещества:

1. Энергетическая – способность живых организмов поглощать солнечную энергию, превращать ее в энергию химических связей и передавать по пищевым цепям.

2. Газовая – способность живых организмов поддерживать постоянство газового состава биосферы в результате сбалансированности фотосинтеза и дыхания.

3. Концентрационная – способность живых организмов накапливать в своем теле определенные элементы окружающей среды, благодаря чему произошло перераспределение элементов в пределах биосферы.

4. Окислительно-восстановительная – способность живых организмов в ходе биохимических реакций изменять степень окисления элементов и создавать, таким образом , разнообразие соединений в природе.

5. Деструктивная – способность живых организмов разлагать отмершие органические вещества до биогенов, поглощаемых продуцентами, благодаря чему осуществляется круговорот вещества в биосфере.

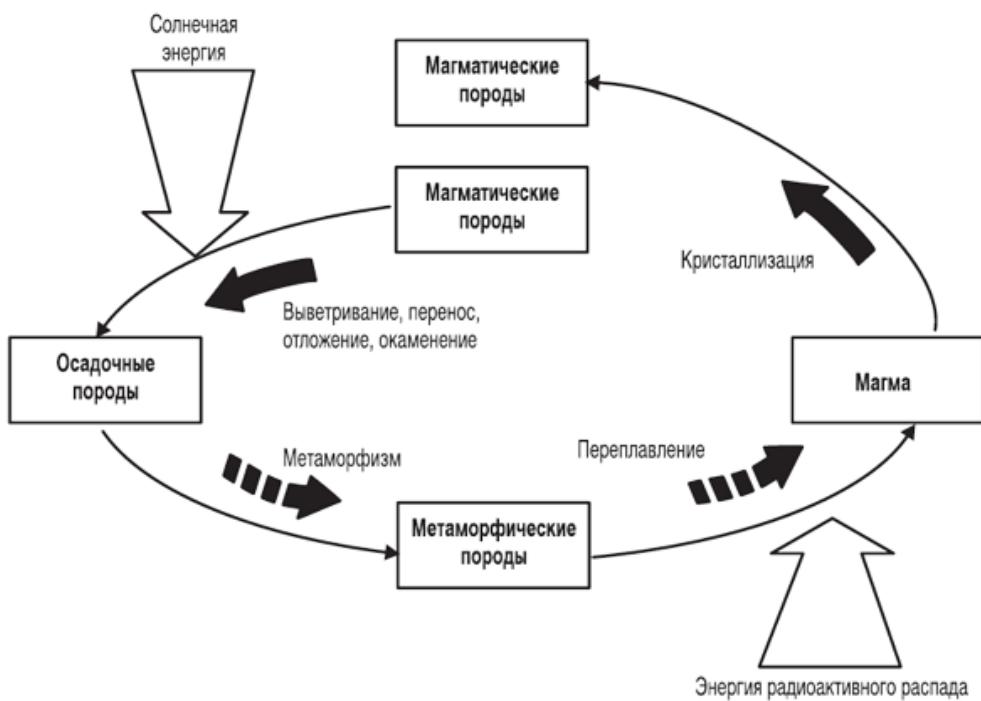
### 3 Потоки энергии в биосфере

Живая оболочка планеты непрерывно поглощает не только энергию Солнца, но и идущую из недр Земли. Энергия трансформируется, передается от одних организмов к другим, излучается в окружающую среду.

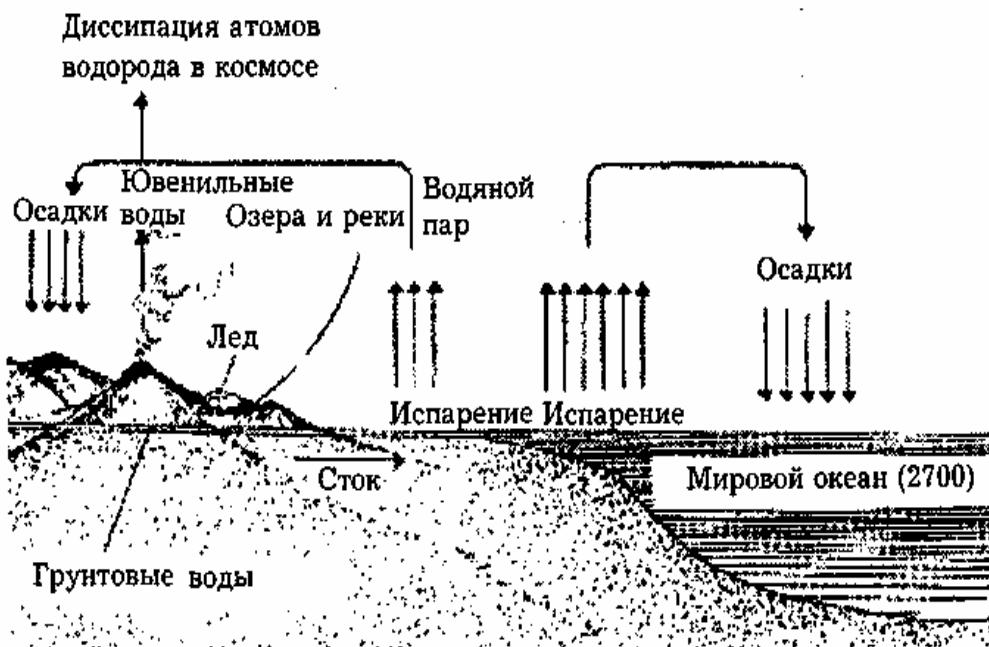
Единственным первичным источником внешней энергии на земле является световое и тепловое излучение Солнца. В природе при помощи солнечной энергии происходит геологический ( большой) и биологический ( малый) круговороты веществ в природе.

Круговорот веществ- многократное участие веществ в процессе протекания в атмосфере, гидро- и литосферах, в том числе и тех слоях, которые входят в состав биосфер

Геологический круговорот обусловлен взаимодействием солнечной энергии с глубинной энергией Земли и осуществляет перераспределение вещества между биосферой и более глубокими горизонтами Земли. Проходит в течение сотен или миллионов лет.



Символом этого круговорота является спираль, а не круг. Это значит, что новый цикл круговорота не повторяет в точности старый, а вносит что-то новое. Другой пример это круговорот воды.

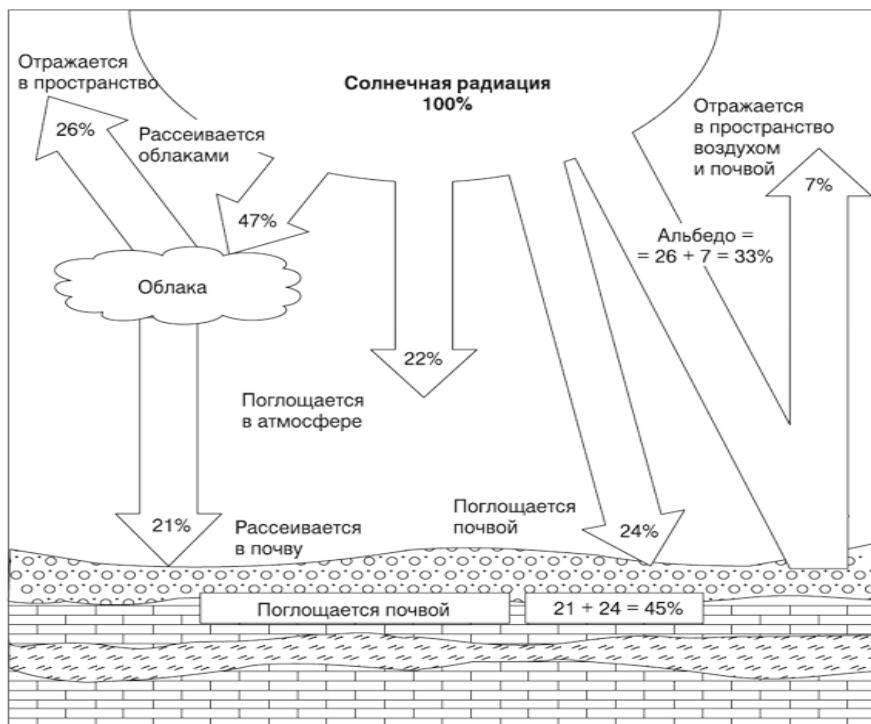


### Круговорот воды

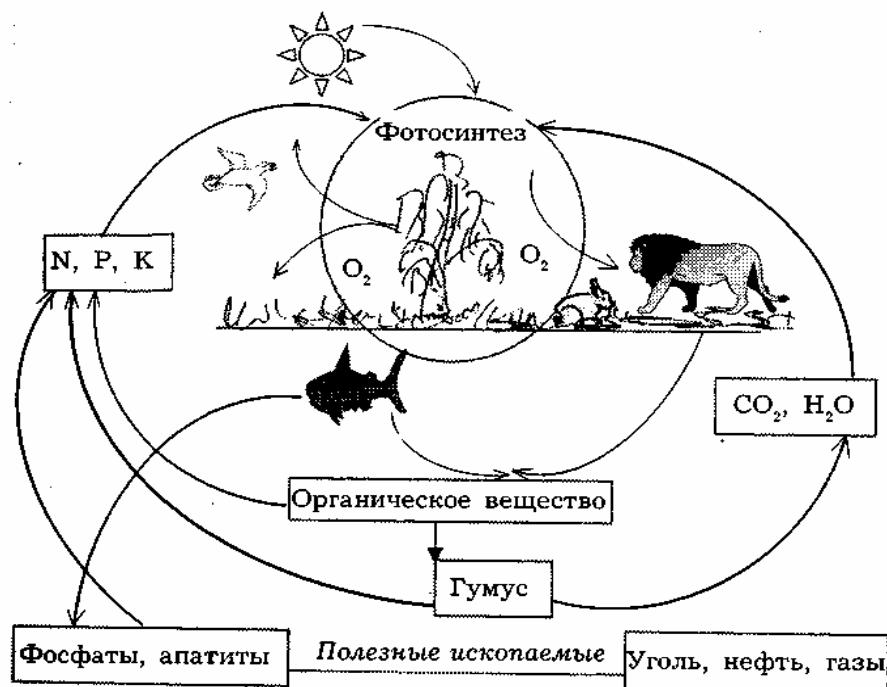
Испарившаяся влага поднимается в верхние слои атмосферы, охлаждается, конденсируется и часть ее выпадает в виде осадков над сушей и мировым океаном и незначительная часть подвергается диссипации. Выпавшие на сушу осадки, растворяя часть минеральных солей, выносятся в реки, озера и далее снова в океан.

Малый круговорот совершается в пределах биосфера. Сущность его в образовании живого вещества из неорганических соединений в процессе фотосинтеза и в превращении органического вещества при разложении вновь в органические соединения. Главным источником энергии также является солнечная радиация, которая неравномерно распределяется по поверхности земного шара.

На фотосинтез тратится не более 5% от всей энергии, но чаще 2-3%



Поступление и распределение солнечной энергии в пределах биосфера Земли



Биологический круговорот

Поскольку биологический круговорот связан с геологическим, то логично рассматривать их как единое целое – биогеохимический круговорот элементов.

В биогеохимическом круговороте следует различать две части:

1. Обменный фонд – часть элементов, которые находятся в круговороте. Он составляет незначительную часть общего объема элементов.

2. Резервный фонд - часть элементов, которые не циркулируют и пока что не будут циркулировать. Эти фонды отличаются по степени подвижности и легкости вовлечения в круговорот ( газообразный и осадочный резервные фонды).

### 3.4 Эволюция биосфера

Первый этап – возникновение и формирование биосфера; характеризуется в гидросфере простыми водными гидробионтами

Второй этап – появление у свободнодвижущихся гидробионтов паразитов. «паразит – хозяин»

Третий этап – выход организмов из водной среды на сушу. Наземно-воздушная среда обитания

Четвертый этап – момент появления живорождения у животных

Пятый этап – человек из биологического вида стал биосоциальным существом . Выделяют 3 характерных антропосистемы:

Натурценоз- малоизмененные человеком природные комплексы, с обилием диких видов растений и животных с которым человека вступает в определенные отношения в процессе освоения природы (охота, сбор грибов).

Агроценоз- сельская местность с небольшими остатками дикой флоры и фауны и большим скоплением культурных растений (посевы, огороды) и животных (фермы, пастбища) при ограниченном видовом составе. Они характеризуются значительным загрязнением природной среды минеральными удобрениями, нарушением водного режима, засолением почв.

Урбанизация – концентрация больших масс людей на ограниченной территории с небольшими искусственными посадками растений и слаборазвитой животной жизнью. Атмосфера, вода почвы являются сильно загрязнены выхлопами автотранспорта и производственными отходами.

Шестой этап – связан с переходом биосфера в «ноосферу». Понятие ноосфера как идеальной, духовной оболочки

## 1. 3 Лекция №3 ( 2 часа).

**Тема:** «Аутэкология ( экология особей) »

### 1.3.1 Вопросы лекции:

- 1 Экологические факторы и их классификация
- 2 Лимитирующий фактор. Закон минимума Либиха и закон толерантности Шелфорда
- 3 Абиотические факторы и их воздействие на организмы
- 4 Биотические факторы

### 1.3.2 Краткое содержание вопросов:

- 1 Экологические факторы и их классификация

Жизнь растений животных протекает под постоянным влиянием окружающей среды. Среда влияет на состояние популяций, биоценозов и другие надорганизменные системы. В широком смысле среда обитания – это материальные тела, явления и энергия, воздействующие на организм. В более узком смысле к среде обитания относят только те элементы среды, с которыми данный организм вступает в прямые и непрямые отношения. На Земле существует 4 типа среды обитания: водная, наземная, почвенная, а также тело другого организма ( для паразитов).

Среда слагается из множества разнообразных компонентов ( элементов) неорганической и органической природы и элементов привносимых человеком и его производственной деятельностью. При этом одни элементы могут быть частично или полностью безразличны организму, другие необходимы, а третий оказывать

отрицательное воздействие. Элементы среды обитания которые способны оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы, хотя бы на протяжении одной из стадий их индивидуального развития, называется **экологическим фактором**.

На различные экологические факторы в процессе естественного отбора вырабатываются приспособительные реакции организмов, которые позволяют им выживать и оставлять потомство. Эти приспособления организмов к среде носят название –адаптаций.

Экологические факторы многочисленны и разнообразны. Они отличаются по характеру влияния на биологические системы и ряду других признаков. В связи с этим существует большое количество классификаций экологических факторов.

По времени возникновения экологические факторы делятся на:

1. Эволюционный- современные факторы среды, порожденные эволюцией жизни.

2. Исторический – ныне действующий. Это результат развития человечества, его хозяйственной деятельности.

3. Действующий – современный экологический фактор

По объекту воздействия: индивидуальный, групповой, этологический, видовой, социально- психологический, социально-экономический.

По степени воздействия на биосистемы: экстремальный, беспокоящий, мутагенный, тератогенный, летальный, лимитирующий.

По периодичности: периодические и непериодические.

По очередности возникновения: первичный и вторичный.

По среде возникновения: атмосферные, водные, геоморфологические, эдафические, генетические, популяционные, биоценотические, экосистемные, биосферные.

По характеру: информационные, вещественно-энергетические, физические, химические, комплексные.

Несмотря на большое количество классификаций все факторы делятся на две большие группы

1. Абиотические – климатические, эдафогенные, орографические, химические.

2. Биотические – зоогенные, фитогенные, антропогенные.

## 2 Лимитирующий фактор. Закон минимума Либиха и закон толерантности Шелфорда

В комплексном действии среды факторы по своему воздействию неравноценны. Их можно разделить на:

- Ведущие (главные) – различны для разных организмов, роль ведущего фактора в разное время года может меняться.
- Фоновые (сопутствующие, второстепенные)

Понятие о лимитирующих факторах было введено в 1840 г. химиком Ю. Либихом. Изучая влияние на рост растений содержания различных химических элементов в почве, он сформулировал принцип: «Веществом, находящимся в минимуме, управляет урожай и определяется величина и устойчивость последнего во времени». Этот принцип известен под названием *правила, или закона минимума, Либиха*. В качестве наглядной иллюстрации закона минимума Либиха часто изображают бочку, у которой образующие боковую поверхность доски имеют разную высоту..

Длина самой короткой доски определяет уровень, до которого можно наполнить бочку водой. Следовательно, длина этой доски — лимитирующий фактор для количества воды, которую можно налить в бочку. Длина других досок уже не имеет значения.

Лимитирующим фактором может быть не только недостаток, на что указывал Либих, но и избыток таких факторов, как, например, тепло, свет и вода. Как уже было отмечено ранее, организмы характеризуются экологическим минимумом и экологическим максимумом. Диапазоны между этими двумя величинами принято называть пределами устойчивости, выносливости или толерантности. Представление о лимитирующем

влиянии максимума наравне с минимумом ввел В. Шелфорд (1913), сформулировавший *закон толерантности*. После 1910 г. по «экологии толерантности» были проведены многочисленные исследования, благодаря которым стали известны пределы существования для многих растений и животных. Таким примером по Г.В. Стадницкому, А.И. Родионову (1966) является влияние загрязняющего атмосферный воздух вещества на организм человека

### 3. Абиотические факторы и их воздействие на организмы

Абиотические факторы – это неживой компонент окружающей среды.

Одним из наиболее значительных абиотических факторов является – **свет**. Свет для организмов служит первичным источником энергии и в то же время его прямое воздействие смертельно для организма. Каждое местообитание характеризуется определенным световым режимом, соотношением интенсивности, количеством и качеством света. В связи с этим по отношению к свету выделяются экологические группы растений:

1. светолюбивые (гелиофиты)- распространены на открытой местности с хорошей освещенностью.
2. тенелюбивые ( сциофиты) - не выносят сильного освещения, живут под пологом леса.
3. теневыносливые (факультативные гелиофиты) – живут при хорошем освещении, но легко переносят незначительное затенение.

Освещение у растений вызывает ростовое движение, которое проявляется в том, что из-за неравномерного роста стебля или корня происходит их искривление – **фототропизм**.

Животные по отношению к свету делятся на: дневные, сумеречные, ночные.

Многие животные могут существовать совсем без света. У животных также как и у растений существует ориентация на свет –фототаксис ( положительный, отрицательный).

Движение Земли вокруг Солнца вызывает закономерные изменения ( день-ночь, времена года). В связи с этим в действиях организмов вырабатываются особые механизмы, регулирующие продолжительность дня.

Уменьшение светового дня ведет к: прекращение роста, стимулируется отложение запаса питательных веществ, линька, определяет сроки группировки в стаи, миграции, переход в состояние покоя и спячки.

Увеличение светового дня ведет к стимулированию половых функций у птиц и млекопитающих и определяет сроки цветения растений.

Температурный режим важное условие существования живых организмов так как все физиологические процессы в них возможны при определенных условиях. Температурный диапазон активной жизни на Земле различен для суши ( 55-70°C), моря (35,6-3,3°C), пресные воды (93-0°C). Температурный фактор характеризуется ярко выраженными суточными и сезонными колебаниями.

По отношению к температуре живые организмы делятся на:

1. теплолюбивые ( термофилы)- жизнедеятельность в условиях высоких температур. Эти организмы могут погибнуть даже при 0°C, хотя физического замораживания их тканей не происходит.
2. холодолюбивые (криофилы)- способны жить в условиях сравнительно низких температур и не выносят высоких.

В зависимости от ширины температурного интервала организмы делятся на эвритеческие(большинство организмов районов с континентальным климатом) и стенотермные.

Пойкилотемные (экзотермные) – животные не способные самостоятельно поддерживать температуру тела в узких границах (амфибии, рептилии).

Гомойтермные (эндотермные) – способны поддерживать постоянную температуру тела независимо от окружающей среды.

Пути приспособления живых организмов к воздействию температуры:

1. Активный – усиление сопротивляемости, развитие регуляторных способностей.
2. Пассивный – подчинение жизнедеятельности, экономное использование энергетических запасов.
3. Избегание неблагоприятных температурных воздействий

Существуют определенные формы адаптации к различным температурам: морфологические, биохимические, физиологические, поведенческие.

Морфологические адаптации у растений проявляются при низких температурах в подушковидной форме, стелющиеся формы с прикорневыми розетками. У животных данный вид адаптации отражается в трех основных правилах:

Правило Бергмана – при продвижении на север средние размеры тела в популяции эндотермных животных увеличиваются.

Правило Алена – у видов живущих в более холодном климате различные выступающие части тела меньше, чем у родственных видов из более теплых мест.

Правило Глогера – окраска животных в холодном и сухом климате сравнительно светлее, чем в теплом и влажном.

Биохимическая адаптация – изменение физико-химического состояния веществ, содержащихся в клетках и тканях. У растений при понижении температуры в клетках благодаря увеличению запаса пластических веществ повышается концентрация растворов, уменьшается количество свободной воды, в связи с этим она трудно испаряется. У животных с понижением температуры возрастает содержание гликогена в печени, происходит скопление питательных веществ вблизи от жизненно-важных органов.

Физиологические связаны с способностью накапливать подкожный жир для теплоизоляции, а также способность менять температуру своего тела (терморегуляция).

Поведенческие адаптации в основном характерны для животных и проявляются в следующих явлениях: перелеты, миграции, переход на более калорийную пищу с понижением температуры и с ее повышением на пищу богатую белками. Другим примером поведенческой адаптации является выбор места для жилища, его утепление и сбиение в группы (скучивание).

Важным экологическим фактором является влажность. Вода является основной частью протоплазмы клеток, тканей. Влажность воздуха обуславливает периодичность активной жизни организмов, сезонную динамику жизненных циклов, влияет на продолжительность развития, плодовитость и смертность.

По отношению к водному режиму живые организмы делятся на: гигрофильные (влаголюбивые), ксерофильные (сухолюбивые), мезофильные.

По способу регулирования водного режима на пойкилогидридные (не способны активно регулировать водный режим) и гомеогидридные (способны в определенных пределах регулировать потерю воды путем закрывания устьиц).

В зависимости от местообитания живые организмы делятся на:

1. гигрофиты – обитают во влажных местах, не переносят водного дефицита и обладают невысокой засухоустойчивостью.

2. мезофиты – умеренно влажные места с хорошо развитой корневой системой.

Ксерофиты – сухое местообитание в области с сухим и жарким климатом. Эта группа включает в себя склерофиты и суккуленты (стеблевые и листовые).

Основные формы адаптации к засушливому климату: уменьшение потери воды, увеличение поглощения воды, запасание воды, физиологическая устойчивость к потери воды, уклонение от проблемы.

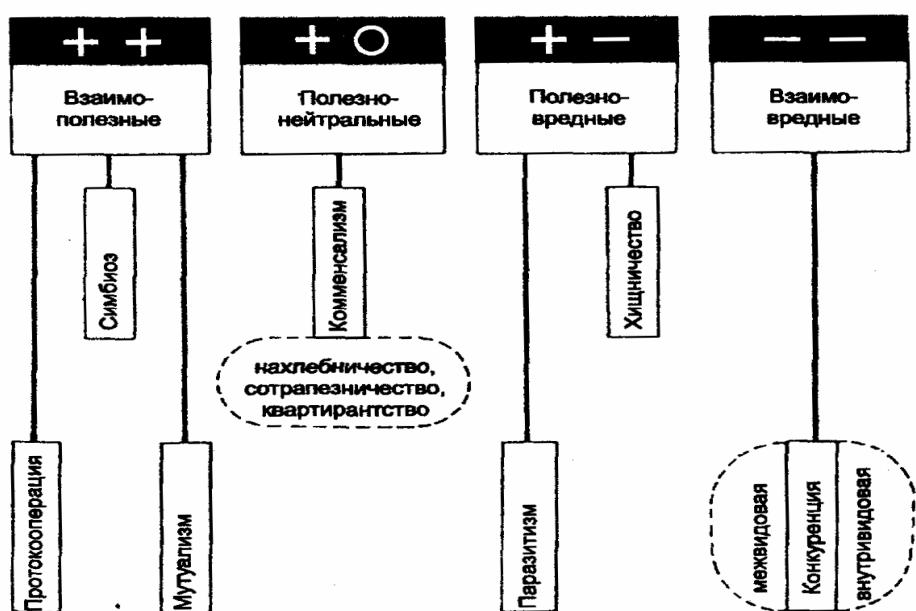
#### 4 Биотические факторы

Биотические факторы – это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. Делятся на зоогенные, фитогенные и антропогенные.

Действия могут рассматриваться как действие их на среду, на отдельные организмы, населяющие эту среду или их действие на целые сообщества.

В 1939 году Клементс и Шелфорд вводят понятие «коакция» - это взаимодействие между различными организмами, населяющими данную территорию. Коакции могут быть гомотипическими ( взаимодействие между особями одного того же вида ) и гетеротипическими ( взаимодействие между особями разных видов).

К гомотипическим коакциям относят – групповой и массовый эффект, внутривидовую конкуренцию. К гетеротипическим – нейтрализм, конкуренция, комменсаллизм, мутуализм, паразитизм, хищничество, протокооперация.



#### Основные типы экологически взаимодействий

##### Зоогенные факторы

**Групповой эффект** - изменения, связанные с объединением животных в группы по две или более особей.

**Массовый эффект** - обозначает эффект, вызванный перенаселением среды.

**Внутривидовая конкуренция** - внутривидовой конкуренции между особями сохраняются взаимоотношения, при которых они в состоянии размножаться и обеспечивать передачу свойственных им наследственных свойств.

**Нейтрализм** - особи не связаны друг с другом непосредственно, и сожительство их на одной территории не влечет для них как положительных, так и отрицательных последствий, но зависит от состояния сообщества в целом.

**Межвидовой конкуренцией** называют активный поиск двумя или несколькими видами одних и тех же пищевых ресурсов среды обитания.

**Паразитизм** — это форма взаимоотношений между видами, при которой организмы одного вида (паразита, потребителя) живут за счет питательных веществ или тканей организма другого вида (хозяина) в течение определенного времени.

**Хищничество** — такой тип взаимоотношений, при котором представители одного вида поедают (уничтожают) представителей другого, т. е. организмы одного вида служат пищей для другого.

Различают следующие виды хищников и паразитов.

- **Полифаги** — нападающие на большое число видов. К ним относятся многие хищные млекопитающие и насекомые.
- **Олигофаги** — живущие за счет нескольких, часто близких видов.
- **Монофаги** — живущие за счет только одного хозяина.

**Симбиоз** — неразделимые взаимополезные связи двух видов, предполагающие обязательное тесное сожительство организмов, иногда даже с элементами паразитизма

**Комменсализм.** Взаимоотношения, при которых один из партнеров получает пользу, не нанося ущерба другому

**Виды комменсализма:**

- **Нахлебничество** — потребление остатков пищи хозяина.
- **Сотрапезничество** — потребление разных веществ или частей их одного и того же ресурса.

- **Квартирантство** — использование одними видами других (их тел или их жилищ) в качестве убежища или жилища

Фитогенные факторы.



Основные формы взаимоотношений между растениями (по В. Н. Сукачеву, Н. В. Далису и др.,)

Механические:

- охлестывание ветками;
- взаимное давление и сцепление стволов
- использование в качестве субстрата одним растением другого.

Физиологические :

- паразитизм;
- симбиоз;
- сапрофитизм;
- срастание корней;
- хищничество

Косвенные трансбиотические:

- опыление (энтомофилия, орнитофилия, зоогамия);
- распространение семян и плодов.

Косвенные трансабиотические:

- средообразующие влияния;
- аллелопатия;
- конкуренция

Антропогенные факторы.

Влияние антропогенных факторов:

- сознательное;
- несознательное

## 1. 4 Лекция №4 ( 2 часа).

**Тема:** «Демэкология (экология популяций) »

### 1.4.1. Вопросы лекции:

- 1 Вид, ареал вида
- 2 Популяции и их характеристика
- 3 Динамика численности популяций

### 1.4.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Вид, ареал вида

Понятие «вид» впервые было введено в конце 17 в английским ботаником Джоном Реем, отметившим, что разные виды отличаются по внешнему и внутреннему строению и не скрещиваются между собой

Шведский ученый Карл Линней:

вид – объективно существующие в природе образования;

между разными видами в большей или меньшей степени имеются различия.

Вот почему вид начали рассматривать как основную классификационную единицу.

**Вид** – исторически сложившаяся совокупность популяций, особи которых обладают наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей, могут свободно скрещиваться и давать плодовитое потомство, приспособлены к определенным условиям жизни и занимают определенную область - **ареал**

**Критерии вида.** Признаки, по которым один вид можно отличить от другого, называют критериями вида.

**Морфологический** – сходство внутреннего и внешнего строения между особями одного вида. Однако особи в пределах вида иногда сильно различаются, что только по морфологическому критерию не всегда удается определить, к какому виду они относятся, вместе с тем существуют виды морфологически сходные, но особи этих видов не скрещиваются между собой. Это – виды-двойники.

**Физиологический** – сходство всех процессов жизнедеятельности у особей одного вида, прежде всего сходство размножения. Особи разных видов, как правило не скрещиваются, или их потомство бесплодно.

**Географический** – каждый вид занимает определенную территорию или акваторию.

**Экологический** – каждый вид может существовать только в определенных условиях, выполняя свойственные ему функции в определенном биогеоценозе.

**Генетический** - основан на различии видов по кариотипам, т.е. числу, форме и размерам хромосом. Однако этот критерий не является универсальным. Во-первых, у многих видов число хромосом одинаково и форма их сходна. Во-вторых, в пределах одного и того же вида могут встречаться особи с разным числом хромосом, что является результатом геномных мутаций.

**Биохимический** – позволяет различать виды по составу и структуре определенных белков, нуклеиновых кислот и др. особи одного вида имеют сходную структуру ДНК, что обуславливает синтез одинаковых белков, отличающихся от белков другого вида.

Часть земной поверхности (или акватории), в пределах которой встречается данный вид, называется ареалом

Виды имеющие узкий ареал распространения, называются эндемичными , или эндемиками

Виды, ареалы которых расположены в пределах континентов, называются всесветными, или космополитами

## 2. Популяции и их характеристика

Термин популяция был впервые введен в 1903 году датским ученым Иогансеном для обозначения «естественной смеси особей одного и того же вида, неоднородной в генетическом отношении»

С.С. Шварц, популяция – это элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности необозримо длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды.

Основными характеристиками популяций являются:

- численность и плотность;
- смертность и рождаемость;
- половозрастной состав;
- характер распределения в пределах территории.

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

*Плотность популяции определяется количеством особей или биомассой на единицу площади либо объема,* например: 400 деревьев на 1 га, 0,5 г циклопов в 1 м<sup>3</sup> воды. Нередко важно различать среднюю плотность, т. е. численность или биомассу на единицу всего пространства, кудельную или экологическую плотность – численность или биомассу на единицу обитаемого пространства, доступной площади объема, которые фактически могут быть заняты популяцией.

Плотность популяции отличается изменчивостью и зависит от ее численности. При возрастании численности не наблюдается увеличение плотности лишь в том случае, когда возможно распределение популяции, расширение ее ареала. Особи, составляющие популяции, имеют различные типы пространственного распределения, выражающие их реакции на различные влияния, например, добывчу и благоприятные физические условия или конкурентные реакции. Различают три типа распределения или расселения особей внутри популяции: равномерное, случайное и групповое

*Равномерное распределение* в природе чаще связано с острой конкуренцией между разными особями. Такой тип распределения отмечают у хищных рыб и у колюшек с их территориальным инстинктом и сугубо индивидуальным характером.

*Случайное распределение* имеет место только в однородной среде. Так на первых порах распределяется тля на поле. По мере ее размножения распределение приобретает групповой или пятнистый (конгрегационный) характер.

*Групповое распределение* встречается наиболее часто. Так, в сосновом лесу деревья вначале расселяются группами, а в дальнейшем их размещение становится равномерным. Популяции групповое распределение обеспечивает (по Ю. Одому, 1986) более высокую устойчивость по отношению к неблагоприятным условиям по сравнению с отдельной особью.

Знание типа распределения организмов имеет большое значение при оценке плотности популяции методом выборки (в случае группового размещения площадь выборки должна быть большая). Возьмем  $n$  выборок. Среднее число особей в каждой выборке обозначим через  $m$  и получим рассеяние или дисперсию  $S^2$  по формуле:

$$S^2 = \frac{\sum (x-m)^2}{n-1}.$$

*При равномерном распределении* дисперсия  $S^2$  равна нулю, так как число особей в каждой выборке постоянно и равно среднему. В случае *случайного распределения* среднее  $m$  и дисперсия  $S^2$  равны. При *групповом распределении* рассеяние  $S^2$  выше среднего и разница между ними тем больше, чем сильнее тенденция животных к образованию скоплений.

Динамика численности и плотности популяций находится в тесной зависимости от рождаемости или плодовитости и смертности.

*Рождаемость* — это способность популяции к увеличению численности. Характеризует частоту появления новых особей в популяции. Различают рождаемость абсолютную и удельную. *Абсолютная* (общая) рождаемость — число новых особей ( $\Delta N_t$ ), появившихся за единицу времени ( $\Delta t$ ). Удельная рождаемость выражается в числе особей на особь в единицу времени.

Численность и плотность популяции зависит и от ее смертности. *Смертность популяции* — это количество особей, погибших за определенный период. Абсолютная (общая) смертность — это число особей, погибших в единицу времени ( $\Delta N_t$ ).

*Удельная смертность* ( $d$ ) выражается отношением абсолютной смертности к численности популяции

Различают три типа смертности. *Первый тип смертности* характеризуется одинаковой смертностью во всех возрастах. Данный тип смертности встречается редко и только у популяций, которые постоянно находятся в оптимальных условиях.

*Второй тип смертности* характеризуется повышенной гибелью особей на ранних стадиях развития и свойствен большинству растений и животных. Максимальная гибель животных происходит в личиночной фазе или в молодом возрасте, у многих растений — в стадии произрастания семян и всходов.

*Третий тип смертности* отличается повышенной гибелью взрослых, в первую очередь старых, особей. Отличается он у насекомых, личинки которых обитают в почве, воде, древесине, а также в других местах с благоприятными условиями.

Рождаемость и смертность, динамика численности напрямую связаны с возрастной структурой популяции. Популяция состоит из разных по возрасту и полу особей. Для каждого вида, а иногда и для каждой популяции внутри вида характерны свои соотношения возрастных групп.

По отношению к популяции обычно выделяют три экологических возраста: *предпродуктивный, репродуктивный и постпродуктивный*.

У многих животных, так же как и у растений, более длительным является предпродуктивный период.

Генетический механизм определения пола обеспечивает расщепление потомства по полу в отношении 1:1, так называемое соотношение полов. Но из этого не следует, что такое же соотношение характерно для популяции в целом. Сцепленные с полом признаки часто определяют значительные различия в физиологии, экологии и поведении самок и самцов. В силу разной жизнеспособности мужского и женского организмов это первичное соотношение нередко отличается от вторичного и особенно от третичного — характерного для взрослых особей.

Экологическое и поведенческое различия между особями мужского пола могут быть сильно выражены.

У некоторых видов пол изначально определяется не генетическими, а экологическими факторами. Наглядно прослеживается влияние условий среды на половую структуру популяций у видов с чередованием половых и партеногенетических поколений.

### 3 Динамика численности популяций

Возникающие изменения численности популяций во времени называются динамикой численности

Диапазон колебаний численности популяций зависит от:

- степени изменчивости абиотических и биотических факторов;
- - биологических особенностей конкретного вида (плодовитости, скорости смены поколений, возраста достижения половой зрелости особей и др.)

Типы динамики численности:

- сезонный – характерен для видов с резко возрастающей плотностью популяций в течение одного сезона;
- многолетний – охватывает период в несколько лет и характеризуется фазой минимума, фазой подъема и фазой максимума;
- устойчивый – характерен для видов с более или менее постоянной численностью в течение длительного периода времени.

Причины динамики численности

- Не зависимые от плотности популяции – это в основном абиотические факторы.
- Зависимые от плотности популяции – биотические факторы (естественные враги, пищевые ресурсы, плодовитость, поведенческие факторы).

## 1. 5 Лекция №5 ( 2 часа).

**Тема:** «Синэкология (экология сообществ) »

### 1.5.1 Вопросы лекции:

- 1 Экосистема и ее компоненты
- 2 Пищевые цепи и сети
- 3 Развитие экосистемы
- 4 Попытки создания искусственных экосистем

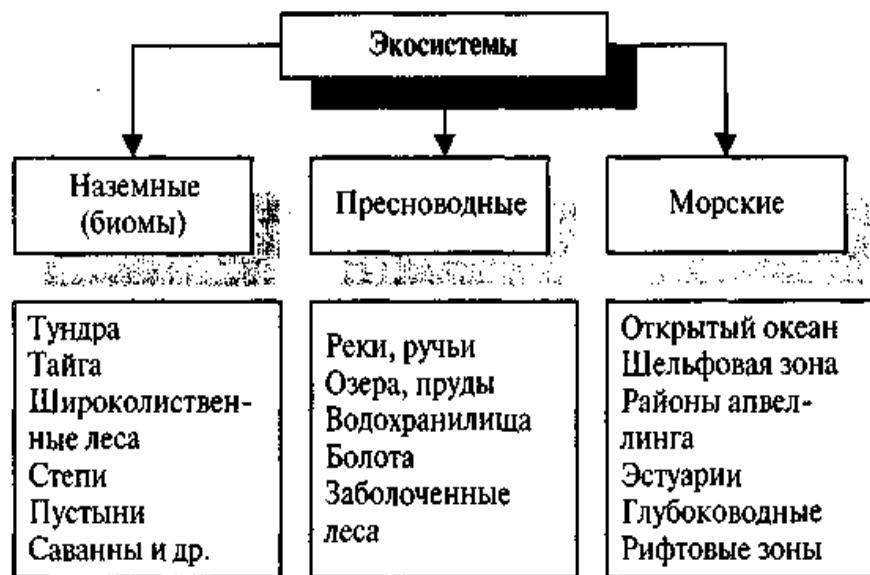
### 1.5.2 Краткое содержание вопросов:

1.Экосистема и ее компоненты

**Синэкология** – часть экологии, изучающая экологические системы (**Шретер, 1902г**) Термин «экосистема» впервые был предложен в **1935** году английским экологом **А. Тенсли**

**Экосистема** – это любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может существовать круговорот веществ

В отечественной литературе широко применяется термин **«биогеоценоз»**( **Сукачев В.Н., 1940г.**).

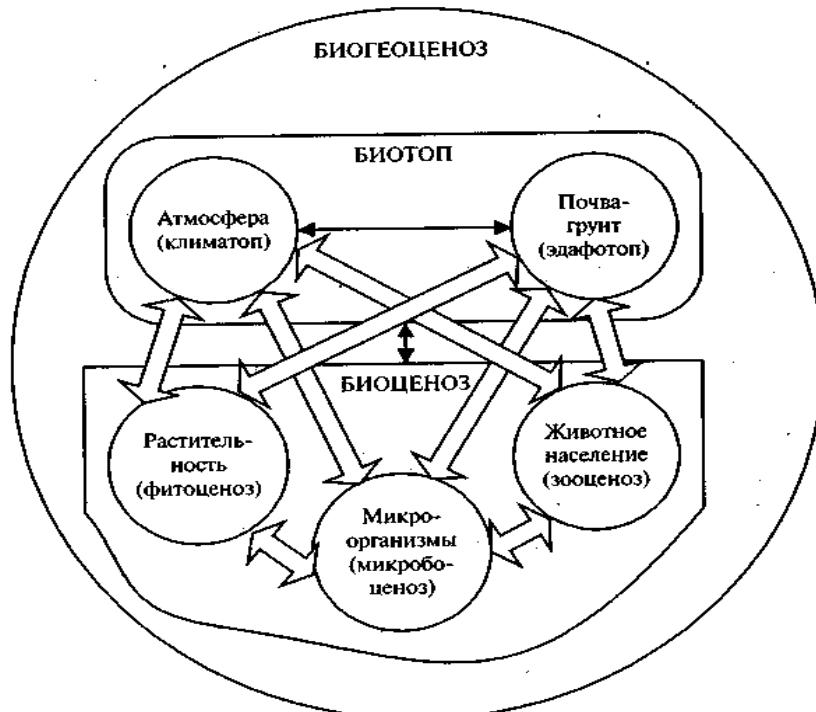


Группы природных экосистем ( по Ю.Одум, 1986г.)

Природные экосистемы могут быть различного объема и протяженности. Малые системы входят в состав все более крупных, вплоть до глобальной экосистемы Земли. Любая экосистема включает в себя живую часть (биоценоз) и ее физическое, т.е. неживое, окружение.

Биоценоз ( сообщество ) – (лат. биос – жизнь, ценоз – общий) совокупность популяций всех видов живых организмов, населяющих определенную географическую территорию, отличающуюся от других соседних территорий по химическому составу почв, вод, а также по ряду физических показателей ( высота над уровнем моря, величина солнечного облучения и т.д.) К. Мебиус, 1877г.

Биотоп – относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом



Структура биогеоценоза

Под структурой биоценоза понимают достаточно четко выраженные закономерности в соотношениях и связях его частей. Она многогранна, поэтому при ее изучении выделяют различные аспекты.

Под *видовой структурой* биоценоза понимают разнообразие в нем видов и соотношение их численности или массы. Каждый конкретный биоценоз характеризуется строго определенным видовым составом. Везде, где условия абиотической среды приближаются к оптимальным для жизни, возникают богатые видами сообщества, например тропические леса, коралловые рифы, долины рек в аридных районах и др.

Молодые, формирующиеся сообщества, как правило, имеют меньший набор видов, чем давно сложившиеся, зрелые. Биоценозы, созданные человеком (огороды, сады, поля и т. д.), обычно беднее видами по сравнению со сходными с ними природными системами (лесными, луговыми, степными).

Одни виды биоценоза могут быть представлены многочисленными популяциями, а другие малочисленными. Отсюда следует, что в любом биоценозе можно выделить один или несколько видов, определяющих его облик.

Для оценки роли отдельного вида в видовой структуре биоценоза используют разные показатели, основанные на количественном учете. *Обилие вида* — это число особей данного вида на единицу площади или объема занимаемого пространства.

*Частота встречаемости* характеризует равномерность или неравномерность распределения вида в биоценозе. Рассчитывается как процентное отношение числа проб и учетных площадок, где встречается вид, к общему числу таких проб или площадок.

Численность и встречаемость вида не связаны прямой зависимостью. Вид может быть малочисленным, но встречаемость довольно высокая, или многочисленным, но с низкой встречаемостью. В лесу, который состоит из десятков видов растений, обычно один или два из них дают до 90% древесины. Данные виды называют *доминирующими и доминантными*. Они занимают ведущее, господствующее положение в биоценозе.

*Степень доминирования* — это показатель, который отражает отношение числа особей данного вида к числу особей всех видов рассматриваемой группировки.

Виды, живущие за счет доминантов, получили название *предоминантов*. К примеру, в сосновом лесу таковыми являются кормящиеся на сосне насекомые, белки, мышевидные грызуны.

Однако не все доминантные виды одинаково влияют на биоценоз. В биоценозе есть и так называемые *эдификаторы* — виды, которые своей жизнедеятельностью в наибольшей степени создают среду для всего сообщества и без которых в связи с этим существование большинства других видов невозможно. Это строители сообщества. Удаление вида-эдификатора из биоценоза влечет за собой изменение физической среды, в первую очередь микроклимата биотопа.

Пространственная структура биоценоза определяется прежде всего сложением его растительной части — фитоценоза, распределением наземной и подземной массы растений. Заселение организмами того или иного биотопа определяется его экологическими факторами, и в первую очередь особенностями атмосферы, горной породы, почвы и ее вод. В ходе длительного эволюционного развития, приспосабливаясь к определенным абиотическим и биотическим условиям, живые организмы так разместились в биоценозе, что практически не мешают друг другу, их распределение носит ярусный характер.

*Ярусность* — это вертикальное расслоение биоценозов на равновысокие структурные части. Особенно четко она выражена в растительных сообществах (фитоценозах). Фитоценоз приобретает ярусный характер при наличии в нем растений, которые различаются по высоте.

В биоценозе вертикальное распределение организмов обуславливает и определенную структуру в горизонтальном направлении. Расчлененность в

горизонтальном направлении получила название *мозаичности* и свойственна практически всем фитоценозам

Прямые и косвенные межвидовые отношения по значению, которое они имеют для занятия видом в биоценозе определенного положения, по классификации В. Н. Беклемишева (1970), подразделяются на четыре типа:

**Топические** – любое физическое и химическое изменение условий обитания одного вида в результате жизнедеятельности другого

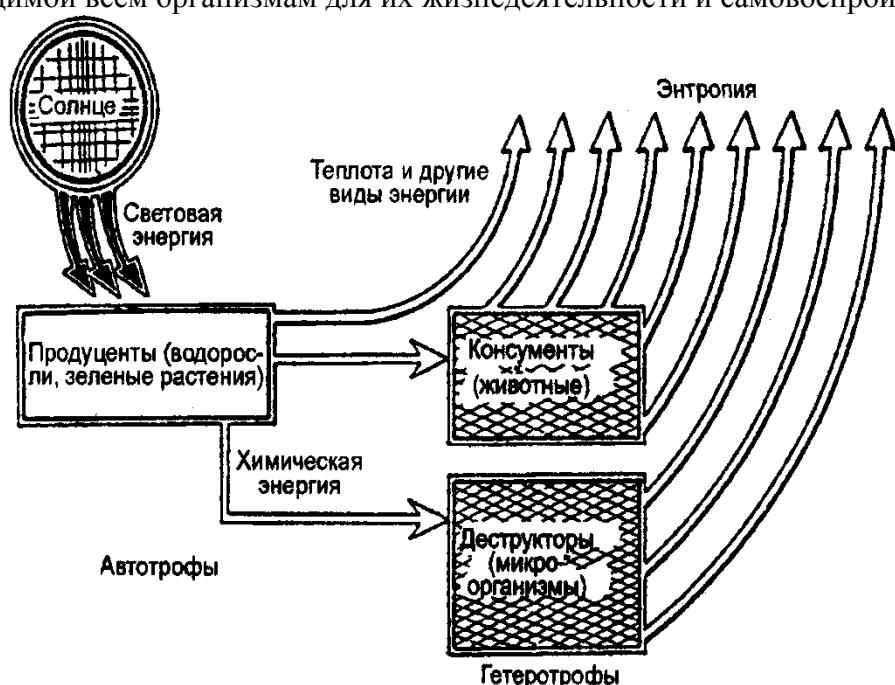
**Форические** – участие одного вида в распространении другого

**Фабрические** – один вид использует для своих сооружений продукты выделения или мертвые остатки организмов другого вида

**Трофические** – один вид питается другим

## 2. Пищевые цепи и сети

Поддержание жизнедеятельности организмов и круговорот вещества в экосистемах, т. е. существование экосистем, зависит от постоянного притока энергии, необходимой всем организмам для их жизнедеятельности и самовоспроизведения



Поток энергии в экосистеме (по Ф. Рамаду, 1981)

Внутри экосистемы содержащие энергию вещества создаются автотрофными организмами и служат пищей для гетеротрофов. Пищевые связи — это механизмы передачи энергии от одного организма к другому.

Такая последовательность переноса энергии называется *пищевой (трофической) цепью*, или цепью питания. Место каждого звена в цепи питания является *трофическим уровнем*. Первый трофический уровень, как уже было отмечено ранее, занимают автотрофы, или так называемые *первичные продуценты*. Организмы второго трофического уровня называются *первичными консументами*, третьего — *вторичными консументами* и т. д.

Обычно различают три типа пищевых цепей. Пищевая цепь хищников начинается с растений и переходит от мелких организмов к организмам все более крупных размеров. На суше пищевые цепи состоят из трех-четырех звеньев. В водных и, в частности, морских экосистемах пищевые цепи хищников, как правило, длиннее, чем в наземных.

Пищевые цепи, включающие паразитов, отличаются от приведенных и идут от крупных организмов к мелким. В отдельных случаях организмы, таксономически

значительно удаленные друг от друга, развиваются один внутри тела другого, первый паразит внутри второго и т. д.

Приведенные типы пищевых цепей начинаются с фотосинтезирующих организмов и носят название *пастищных* (или цепи выедания, или цепи потребления).

Третий тип пищевых цепей, начинающихся с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных, относят к *детритным* (сапрофитным) *пищевым цепям* или к *детритным цепям разложения*. В детритных пищевых цепях наземных экосистем важную роль играют лиственные леса, большая часть листвы которых не употребляется в пищу травоядными животными и входит в состав подстилки из опавших листьев.

В рассмотренных схемах пищевых цепей каждый организм представлен как питающийся другими организмами какого-то одного типа. Реальные же пищевые связи в экосистеме намного сложнее, так как животное может питаться организмами разных типов из одной и той же пищевой цепи или из разных пищевых цепей, например, хищники верхних трофических уровней. Нередко животные питаются как растениями, так и другими животными. Их называют *вседядными*. Таким образом, все три типа пищевых цепей всегда существуют в экосистеме так, что ее представители объединены многочисленными пересекающимися пищевыми связями, а все вместе они образуют пищевую (*трофическую*) *сеть*.

Для изучения взаимоотношений между организмами в экосистеме и для их графического изображения обычно используют не схемы пищевых сетей, а экологические пирамиды.

Экологические пирамиды выражают трофическую структуру экосистемы в геометрической форме. Они строятся в виде прямоугольников одинаковой ширины, но длина прямоугольников должна быть пропорциональна значению измеряемого объекта.

Отсюда можно получить *пирамиды численности, биомассы и энергии*.

### 3. Развитие экосистемы

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

**Циклические изменения** сообществ отражают суточную, сезонную и многолетнюю периодичность внешних условий и проявления эндогенных ритмов организмов. Суточная динамика экосистем связана главным образом с ритмикой природных явлений и носит строго периодический характер.

Более значительные отклонения в биоценозах наблюдаются при сезонной динамике. Это обусловлено биологическими циклами организмов, которые зависят от сезонной цикличности явлений природы. Так, смена времени года значительное влияние оказывает на жизнедеятельность животных и растений (спячка, зимний сон, диапауза и миграции у животных; периоды цветения, плодоношения, активного роста, листопада и зимнего покоя у растений). Сезонной изменчивости подвержена нередко и ярусная структура биоценоза.

Многолетняя изменчивость является нормальной в жизни любого биоценоза. Многолетние изменения в составе биоценозов повторяются и в связи с периодическими изменениями общей циркуляции атмосферы, в свою очередь, обусловленной усилением или ослаблением солнечной активности.

В процессе суточной и сезонной динамики целостность биоценозов обычно не нарушается. Биоценоз испытывает лишь периодические колебания качественных и количественных характеристик.

**Поступательные изменения** в экосистеме приводят в конечном итоге к смене одного биоценоза другим, с иным набором господствующих видов. Причинами подобных смен могут являться внешние по отношению к биоценозу факторы, действующие

длительное время в одном направлении, например увеличивающееся загрязнение водоемов, возрастающее в результате мелиорации иссушение болотных почв, усиленный выпас скота и т. д. Данные смены одного биоценоза другим называют **экзогенетическими**. В том случае, когда усиливающее влияние фактора приводит к постепенному упрощению структуры биоценоза, обеднению их состава, снижению продуктивности, подобные смены называют **дигрессивными** или **дигрессиями**.

*Последовательная смена одного биоценоза другим называется экологической сукцессией* (от лат. *succession* — последовательность, смена). Сукцессия является процессом саморазвития экосистем. В основе сукцессии лежит неполнота биологического круговорота в данном биоценозе.

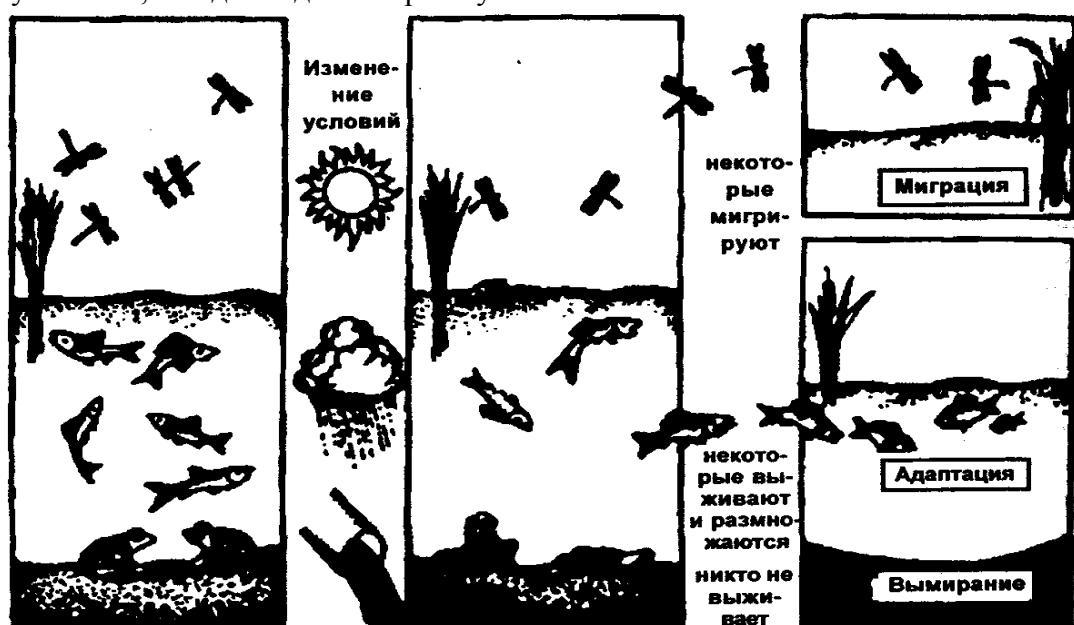
Выделяют два главных типа сукцессионных смен: 1 — с участием автотрофного и гетеротрофного населения; 2 — с участием только гетеротрофов. Сукцессии второго типа совершаются лишь в таких условиях, где создается предварительный запас или постоянное поступление органических соединений, за счет которых и существует сообщество: в кучах или буртах навоза, в разлагающейся растительной массе, в загрязненных органическими веществами водоемах и т. д.

**Процесс сукцессии.** По Ф. Клементсу (1916), процесс сукцессии состоит из следующих этапов: 1. Возникновение незанятого жизнью участка. 2. Миграция на него различных организмов или их зародышей. 3. Приживание их на данном участке. 4. Конкуренции их между собой и вытеснение отдельных видов. 5. Преобразование живыми организмами местообитания, постепенной стабилизации условий и отношений. Сукцессии со сменой растительности могут быть первичными и вторичными.

*Первичной сукцессией* называется процесс развития и смены экосистем на незаселенных ранее участках, начинающихся с их колонизации. Классический пример — постоянное обрастание голых скал с развитием в конечном итоге на них леса.

*Вторичная сукцессия* — это восстановление экосистемы, когда-то уже существовавшей на данной территории. Она начинается в том случае, если уже в сложившемся биоценозе нарушены установившиеся взаимосвязи организмов в результате извержения вулкана, пожара, вырубки, вспашки и т. д.

При изменении любого абиотического или биотического фактора, например, при устойчивом похолодании, интродукции нового вида, вид, который плохо приспособлен к новым условиям, ожидает один из трех путей.



Эволюционная сукцессия (по Б. Небелу, 1993)

1. *Миграция.* Часть популяции может мигрировать, найти местообитания с подходящими условиями и продолжить там свое существование.

2. *Адаптация*. В генофонде могут присутствовать аллели, которые позволяют отдельным особям выжить в новых условиях и оставить потомство. Через несколько поколений под действием естественного отбора возникает популяция, хорошо приспособленная к изменившимся условиям существования.

3. *Вымирание*. Если ни одна особь популяции не может мигрировать, опасаясь воздействия неблагоприятных факторов, а те уходят за пределы устойчивости всех индивидов, то популяция вымрет, а ее генофонд исчезает. Если одни виды вымирают, а выжившие особи других размножаются, адаптируются и изменяются под действием естественного отбора, можно говорить об *эволюционной сукцессии*.

Закон эволюционно-экологической *необратимости* гласит: экосистема, потерявшая часть своих элементов или сменившаяся другой в результате дисбаланса экологических компонентов, не может вернуться к первоначальному своему состоянию в ходе сукцессии, если в ходе изменений произошли эволюционные (микроэволюционные) перемены в экологических элементах (сохранившихся или временно утерянных).

#### 4. Попытки создания искусственных экосистем

Искусственная экосистема — созданная в результате деятельности человека.

Примеры искусственных экосистем: парк, поле, сад, огород.

Отличия искусственной экосистемы от естественной:

- небольшое число видов (например, пшеница и некоторые виды сорных растений на пшеничном поле и связанные с ними животные);
- преобладание организмов одного или нескольких видов (пшеница в поле);
- короткие цепи питания из-за небольшого числа видов;
- незамкнутый круговорот веществ вследствие значительного выноса органических веществ и изъятия их из круговорота в виде урожая;
- невысокая устойчивость и неспособность к самостоятельному существованию без поддержки человека.

На базе таких искусственных экологических систем человека необдуманно стремиться создать экологический абсурд: агроценоз должен состоять из одного, реже - двух видов культурных растений, а идеальная для него пищевая цепь – всего из двух звеньев: «растение- человек» или «растение- домашнее животное». В природе такая система из-за своей неустойчивости невозможна.

В постоянной борьбе человека с сорняками и вредителями культурных растений часто возникает эффект «экологического бумеранга». Это совокупность отрицательных, особо опасных явлений, возникающих в окружающей среде в результате неправильной хозяйственной деятельности человека, и которые в конечном итоге оказываются вредными для него самого. Из этого экологического тупика только один выход: не идти по пути предельного упрощения агроценозов, а регулировать в них численность отдельных видов. Рекомендуется, в частности, если возникают цепи питания «растение - растительноядное насекомое- паразит», усилить последнее звено (обеспечив благоприятные условия жизнедеятельности паразита). Такое экологически обоснованное воздействие будет способствовать сохранению урожая.

### 1. 6 Лекция №6( 2 часа).

Тема «Экология человека »

#### 1.6.1 Вопросы лекции:

- 1 Человек и среда его обитания
- 2 Антропоэкосистемы
- 3 Общественное здоровье и его уровни
- 4 Образ жизни и качество жизни населения

## 1.6.2 Краткое содержание вопросов:

### 1 Человек и среда его обитания

Среда обитания – окружающая человека среда, обусловленная совокупностью факторов (физических, химических, биологических, информационных, социальных), способных оказывать прямое или косвенное немедленное или отдаленное воздействие на жизнедеятельность человеку его здоровье и потомства

Человек и среда обитания непрерывно находятся во взаимодействии, образуя постоянно действующую систему "человек – среда обитания". В процессе эволюционного развития Мира составляющие этой системы непрерывно изменялись. Совершенствовался человек, нарастала численность населения Земли и уровень его урбанизации, изменялся общественный уклад и социальная основа общества. Изменялась и среда обитания: увеличивалась территория поверхности Земли и ее недра, освоенные человеком.; естественная природная среда испытывала все возрастающее влияние человеческого сообщества, появились искусственно созданная человеком бытовая, городская и производственные среды.

Естественная среда самодостаточна и может существовать и развиваться без участия человека, а все иные среды обитания, созданные человеком, самостоятельно развиваться не могут и после их возникновения обречены на старение и разрушение.

На начальном этапе своего развития человек взаимодействовал с естественной окружающей средой, которая состоит в основном из биосфера, а также включает в себя недра Земли, галактику и безграничный Космос.

В процессе эволюции человек, стремясь наиболее эффективно удовлетворять свои потребности в пище, материальных ценностях, защите от климатических и погодных воздействий, в повышении своей коммуникативности, непрерывно воздействовал на естественную среду и, прежде всего, на биосферу. Для достижения этих целей он преобразовал часть биосферы в территории, занятые техносферой.

Техносфера, созданная человеком с помощью технических средств, представляет собой территории, занятые городами, поселками, сельскими населенными пунктами, промышленными зонами и предприятиями. К техносферным относятся условия пребывания людей на объектах экономики, на транспорте, в быту, на территориях городов и поселков. Техносфера не саморазвивающаяся среда, она рукотворна и после создания может только деградировать.

В процессе жизнедеятельности человек непрерывно взаимодействует не только с естественной средой, но и с людьми, образующими так называемую социальную среду. Она формируется и используется человеком для продолжения рода, обмена опытами знаниями, для удовлетворения своих духовных потребностей и накопления интеллектуальных ценностей.



Структурная схема взаимодействия человека с биосферой, техносферой и социальной средой

Среда обитания организма - это совокупность абиотических и биотических условий его жизни. Свойства среды постоянно меняются, и любое существо, чтобы выжить, приспосабливается к этим изменениям.

Адаптация есть, несомненно, одно из фундаментальных качеств живой материи. Оно присуще всем известным формам жизни и настолько всеобъемлюще, что нередко отождествляется с самим понятием жизни.

Наибольший интерес представляет **физиологическая адаптация**, под которой понимают устойчивый уровень активности физиологических систем, органов и тканей, а также механизмов управления, которые обеспечивают возможность длительной активной жизнедеятельности организма человека и животного в измененных условиях существования (общеприродных и социальных), а также способность к воспроизведению потомства.

В экологии человека, как правило, принято ограничиваться изучением адаптации, приобретаемой в ходе индивидуальной жизни организма, – онтогенеза. В основе индивидуальной адаптации лежит **генотип** – комплекс видовых признаков, закрепленных генетически и передающихся по наследству.

Адаптация, приобретаемая в ходе индивидуальной жизни организма при его взаимодействии с окружающей средой, называется фенотипической. При этом изменения, которые накапливаются в организме, не передаются по наследству, а как бы накладываются на наследственные признаки. Это позволяет следующим поколениям приспособиться к новым условиям, используя не специализированные реакции предков, а потенциальную возможность адаптации.

При воздействии нового фактора первой включается в реакцию психофизиологическая сфера. Речь идет об адаптивных формах поведения, которые выработались в ходе эволюции и направлены на экономизацию затрат организма.

Существует несколько классификаций адаптивных форм поведения. В одной из них различают **три типа приспособительного поведения**: бегство от неблагоприятного раздражителя; пассивное подчинение ему; активное противодействие (специфические адаптивные реакции).

Примером первого типа у человека может быть ношение одежды, обитание в помещениях, преобразование среды с помощью технических средств, миграции в наиболее благоприятные районы существования и др. Второй тип состоит в формировании устойчивости функций при изменении силы воздействия экологического фактора по принципу толерантности. Третий тип – активная адаптация по принципу резистентности (специфические адаптивные механизмы поддержания гомеостаза) – включается, когда организм не имеет возможности использовать первые два типа адаптивного поведения.

По мере развития адаптации наблюдается определенная последовательность изменений в организме: сначала возникают неспецифические адаптационные изменения, затем – специфические. **Неспецифические компоненты адаптации**. Наиболее подробно неспецифические компоненты адаптации были исследованы Г. Селье (1936). Он показал, что в ответ на действие раздражителей самой различной природы (механических, физических, химических, биологических и психических) в организме возникают стереотипные изменения. Комплекс этих сдвигов получил название **общий адаптационный синдром**. Такое приспособление выработалось в ходе эволюции как способ адаптации организма с минимизацией затрат морфофункциональных структур.

Состояние организма, вызываемое неблагоприятными воздействиями, Г. Селье (1960) назвал реакцией напряжения или стресс-реакцией. Независимо от качества **стрессора**, т. е. фактора, вызывавшего стресс, реакция напряжения сопровождается совокупностью постоянных симптомов.

**Классический общий адаптационный синдром** описан в 1936 году Г. Селье как процесс, состоящий из трех последовательных стадий.

**1. Стадия тревоги** (аларм-реакция), по мысли автора, в свою очередь, характеризуется двумя фазами: *фазой шока и фазой противотока*. При значительной силе стрессора стадия тревоги может закончиться гибелью организма.

– усиленный выброс адреналина в кровь, обеспечивающего мобилизацию углеводных и жировых ресурсов для энергетических целей и активирующего деятельность в-клеток инсулярного аппарата с последующим повышением содержания инсулина в крови;

– повышенное выделение в кровь секреторных продуктов кортикалыми клетками, приводящее к истощению в них запасов аскорбиновой кислоты, жиров и холестерина;

– понижение деятельности щитовидной и половых желез;

– увеличение количества лейкоцитов, эозинофилия, лимфопения;

– усиление катализических процессов в тканях, приводящее к снижению веса тела;

– уменьшение тимико-лимфатического аппарата;

– подавление анаболических процессов, главным образом снижение образования РНК и белковых веществ.

**2. Если организм переживает эту по сути защитную стадию синдрома, наступает стадия резистентности.**

– накопление в корковом слое надпочечников предшественников стероидных гормонов (липоидов, холестерина, аскорбиновой кислоты) и усиленное секретирование гормональных продуктов в кровяное русло;

– активизация синтетических процессов в тканях с последующим восстановлением нормального веса тела и отдельных его органов;

– дальнейшее уменьшение тимико-лимфатического аппарата;

– снижение инсулина в крови, обеспечивающее усиление метаболических эффектов кортикоидов.

**3. При продолжительном действии стрессора она переходит в стадию истощения.** В этой стадии преобладают главным образом явления повреждения, явления распада.

Во время стадии тревоги неспецифическая сопротивляемость организма повышается, при этом он делается более устойчивым к различным воздействиям. С переходом в стадию резистентности неспецифическая сопротивляемость уменьшается, но возрастает устойчивость организма к тому фактору, которым был вызван стресс.

**Специфическая адаптация.** Специфический характер адаптации, по мнению других ученых, основан на избирательном действии качественно различных физических и химических факторов на физиологические системы организма и клеточный метаболизм. Полагают, что при повторном действии раздражителя включается определенная функциональная система. Причем ее защитный эффект проявляется только во время действия этого раздражителя. Отмеченная закономерность подчеркивает, таким образом, принцип специфичности в развитии повышенной устойчивости организма.

По данным И. А. Шилова (1985), существует как бы **два уровня специфической адаптации**. Первый уровень относится к обычным условиям существования организма, второй – к чрезвычайным (экстремальным, изменяющимся, лабильным).

Для нормального функционирования организма необходим определенный диапазон колебаний факторов окружающей среды (газового состава атмосферного воздуха, его влажности, температуры и т. п.). Избыток или недостаток этих факторов неблагоприятно сказывается на жизнедеятельности.

Уровень колебания («доза») факторов, соответствующий потребностям организма и обеспечивающий благоприятные условия для его жизни, считают оптимальным

Процесс адаптации носит фазовый характер.

**Первая фаза** – начальная, характеризуется тем, что при первичном воздействии внешнего, необычного по силе или длительности фактора возникают генерализованные физиологические реакции, в несколько раз превышающие потребности организма. Эти реакции протекают некоординированно, с большим напряжением органов и систем. Поэтому их функциональный резерв скоро истощается, а приспособительный эффект низкий, что свидетельствует о «несовершенстве» данной формы адаптации. Полагают, что адаптационные реакции на начальном этапе протекают на основе готовых физиологических механизмов. При этом программы поддержания гомеостаза могут быть врожденными или приобретенными (в процессе предшествующего индивидуального опыта) и могут существовать на уровне клеток, тканей, фиксированных связей в подкорковых образованиях и, наконец, в коре больших полушарий благодаря ее способности образовывать временные связи.

Примером проявления первой фазы адаптации может служить рост легочной вентиляции и минутного объема крови при гипоксическом воздействии и т. п.

**Вторая фаза** – переходная к устойчивой адаптации. Она проявляется в условиях сильного или длительного влияния возмущающего фактора, либо комплексного воздействия. При этом возникает ситуация, когда имеющиеся физиологические механизмы не могут обеспечить должного приспособления к среде. Необходимо создание новой системы, создающей на основе элементов старых программ новые связи. Адаптивные изменения во второй фазе затрагивают все уровни организма (клеточно-молекулярный, уровень биохимических реакций, тканевой, органный, организменный).

В целом во второй фазе адаптации идет поиск организмом более выгодных механизмов функционирования при снижении широты и интенсивности сдвигов.

**Третья фаза** – фаза устойчивой или долговременной адаптации. Основным условием наступления этого этапа адаптации является многократное либо длительное действие на организм факторов, мобилизующих вновь созданную функциональную систему. Иными словами, организму нужна тренировка, во время которой происходит фиксация сложившихся адаптационных систем и увеличение их мощности до уровня, диктуемого средой. Организм переходит на новый уровень функционирования. Он начинает работать в более экономном режиме за счет уменьшения затрат энергии на неадекватные реакции. На данном этапе преобладают биохимические процессы на тканевом уровне. Накапливающиеся в клетках под влиянием новых факторов среды продукты распада становятся стимуляторами реакций анаболизма. В результате перестройки клеточного обмена процессы анаболизма начинают преобладать над катаболическими. Происходит активный синтез АТФ из продуктов ее распада. Метаболиты ускоряют процесс транскрипции РНК на структурных генах ДНК. Увеличение количества информационной РНК вызывает активацию трансляции, приводящую к интенсификации синтеза белковых молекул.

## 2 Антропоэкосистемы

Антропоэкосистема – это экосистема, в которой протекает жизнедеятельность человека. Каждая антропоэкосистема характеризуется определенной внутренней однородностью (гомогенностью) и отличается разнородностью (гетерогенностью) с соседними антропоэкосистемами. Достаточно типичный пример двух соседних антропоэкосистем – город и окружающая его сельская местность.

Б.Б. Прохоров утверждает, что антропоэкосистема имеет ключевое значение в экологии человека, поскольку антропоэкологические исследования в практическом смысле сводятся к изучению различных антропоэкосистем – городских, сельских, арктических, тропических, лесных, степных, современных, первобытных, прошедших эпох, а при прогнозировании даже возможных антропоэкосистем близкого или отдаленного будущего.

Появлению термина «антропоэкосистема» предшествовали некоторые другие понятия, применяющиеся в пространственной системе, с которой связан человек в процессе своей жизнедеятельности – антропоэкосистема [19], антропобиогеоценоз [11] и антропогеоценоз [2].



Графическая модель антропоэкосистемы ( по Прохорову Б.Б. 2001)

В центре модели находится общность людей, которая взаимодействует с природой, хозяйством, населением, частью которого является (население города часть населения региона, население региона — часть населения страны, трудящиеся - часть всего населения и т.д.), с социально-экономическими условиями. Очень сильное влияние на человека оказывает загрязнение окружающей среды. Все элементы внешнего для человеческой общности окружения, в свою очередь, взаимодействуют между собой, составляя большую систему. Свойства отдельных элементов и всей совокупности факторов внешней среды и их изменения приводят к тому, что меняются основные характеристики общности людей:

- демографическое поведение,
- экологическое сознание,
- уровень здоровья,
- профессиональные предпочтения,
- уровень культуры,
- уровень образования.

Изменения эти могут быть как положительными, так и отрицательными.

В структуре и динамике антропоэкосистемы с ее центральным компонентом – социальной общностью людей, одно из важных мест занимают токи информации, вещества и энергии, которые объединяют ее основные блоки. Информационные потоки образуют информационное поле антропоэкосистемы.

По В.П. Алексееву (1975) информация, циркулирующая внутри антропоэкосистемы (по В.П. Алексееву антропогеоценоз), может быть разложена на три уровня:

I уровень этнический запас культурных ценностей, религиозно-магических представлений, которые входят в этническое самосознание общности и предопределяют включение ее именно в состав данного народа.

II уровень (условно может быть назван «межсистемный») – те знания и представления, которые связаны с отношением данной системы с другими антропоэкосистемами сходного или противоположного типа (т.е. все то, что входит в сферу обмена и контактов).

III уровень (условно может быть назван «локальный») – те конкретные знания, которые накоплены в коллективе и которые составляют его узко локальную специфику: определенные агротехнические навыки и наблюдения, полученные в процессе ведения земледельческого хозяйства на данных почвах, навыки пастбища животных в условиях именно данного ландшафта и выбора лучших пастбищ и т.д.

По Б.Б Прохорову (2001) любая антропоэкосистема занимает определенное пространство, существует на конкретной территории. Изменяется площадь антропоэкосистемы – меняется и сама система. Трансформация одной системы в другую может происходить эволюционным путем, постепенно, без каких-либо экстремальных катализмов. Изменение территории антропоэкосистемы чаще всего происходит на протяжении достаточно длительных исторических промежутков времени и связано с ее саморазвитием, то есть речь идет о пространственно-временной динамике.

Изучение антропоэкосистем преследует определенные цели:

1) выделение конкретной системы из множества других объектов; изучение структуры системы; изучение поведения системы;

2) прогнозирование поведения системы;

3) управление системой. Знания об антропоэкосистеме, полученные путем анализа и оценки процессов, происходящих в ней делают реальным прогноз поведения системы, который, в свою очередь, намечает пути управления если не всей системой, то отдельными ее блоками, что приводит к частичной (иногда к тотальной) оптимизации всей системы.

### 3 Общественное здоровье и его уровни

В современной литературе существует большое количество определений и подходов к понятию «здоровье».

Отправным пунктом для медико-социальной интерпретации здоровья является определение, принятое Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ): **«Здоровье является состоянием полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствием болезней и физических дефектов».**

Это определение отражено в Уставе ВОЗ (1948 г.). ВОЗ провозглашен принцип, в соответствии с которым «...обладание наивысшим достижимым уровнем здоровья является одним из основных прав каждого человека».

В медико-социальных исследованиях при оценке здоровья целесообразно выделять четыре уровня:

первый уровень – здоровье отдельного человека – **индивидуальное здоровье**;

второй уровень – здоровье социальных и этнических групп – **групповое здоровье**;

третий уровень – здоровье населения административных территорий – **региональное здоровье**;

четвертый уровень – здоровье популяции, общества в целом – **общественное здоровье**.

Характеристики группового, регионального, общественного здоровья в статике и динамике рассматриваются как интегральное состояние здоровья всех вместе взятых индивидуумов. При этом следует понимать, что это не просто сумма данных, а сумма взаимосвязанных количественных и качественных показателей.

Индивидуальное здоровье отдельного человека явление, в значительной степени, случайное. Оно может быть обусловлено преимущественно эндогенными факторами и зависит от множества случайных внешних процессов и явлений. Параметры индивидуального здоровья не могут служить основанием для принятия решений,

направленных на оптимизацию условий жизни больших групп населения. Уровень же здоровья достаточно представительной группы людей (усредненный уровень здоровья) – всегда служит показателем благотворного или негативного влияния окружающей среды на население.

Для оценки индивидуального здоровья используется ряд весьма условных показателей: ресурсы здоровья, потенциал здоровья и баланс здоровья.

Для решения социальных, экономических, политических проблем, при которых необходимо учитывать качество здоровья всего населения, используется понятие общественное здоровье.

Общественное здоровье – основной признак, основное свойство человеческой общности, ее естественное состояние, отражающее индивидуальные приспособительные реакции каждого сочлена общности людей и способность всей общности в конкретных условиях наиболее эффективно осуществлять свои социальные и биологические функции. В различных социально-экономических, эколого-гигиенических, природных условиях параметры общественного здоровья могут существенно отличаться друг от друга. Это обстоятельство позволяет говорить о разном качестве общественного здоровья. Специфика региональных условий жизни обуславливает степень вероятности для каждого человека достижения наилучшего уровня здоровья и творческой работоспособности на протяжении максимальной продолжительной индивидуальной жизни.

Общественное здоровье также характеризует жизнеспособность всего общества как социального организма и его возможности непрерывного гармоничного роста и социально-экономического развития. Уровень общественного здоровья служит наиболее ярким и всеобъемлющим показателем условий жизни и одновременно зависит от них. Общественное здоровье не есть что-то застывшее, стационарное, – это постоянно протекающий процесс. Характеризуя определенный уровень здоровья любой общности, мы делаем «моментальный снимок», характеризуем краткую фазу медико-демографического процесса. Динамика потерь жизненного потенциала, трансформации нозологических профилей, изменения продолжительности жизни за ряд отрезков – это серия таких моментальных фотографий и именно они позволяют понять сущность происходящих медико-демографических явлений и, в конечном счете, найти пути к объективному прогнозированию состояния общественного здоровья и на этой основе разрабатывать жизнестабильные мероприятия.

В настоящее время на общественное здоровье влияют как биологические свойства каждого отдельного человека, различные компоненты среды обитания, так и их совокупность.

Роль внешних и внутренних факторов в формировании общественного здоровья. Модель экспертов ВОЗ.

Факторы:

1. Здравоохранение;
2. Биологические свойства организма;
3. Загрязнение и деградация окружающей среды;
4. Социально-экономические условия и образ жизни

В настоящее время многими исследователями предпринимаются попытки дать комплексную оценку общественного здоровья (количественную и качественную) и даже разработать специальные показатели для его оценки.

Например, американские ученые, изучая состояние здоровья американских индейцев, вывели индекс, являющийся линейной функцией смертности и включающий число дней, ушедших на амбулаторное и стационарное лечение. Затем, этот индекс был модифицирован для оценки воздействия болезней на различные группы населения.

Существует еще один подход, получивший широкое развитие среди американских исследователей, – модель **индекса статуса здоровья**. Современный подход к интегральной оценке здоровья населения часто связывают с этой моделью. Цели создания

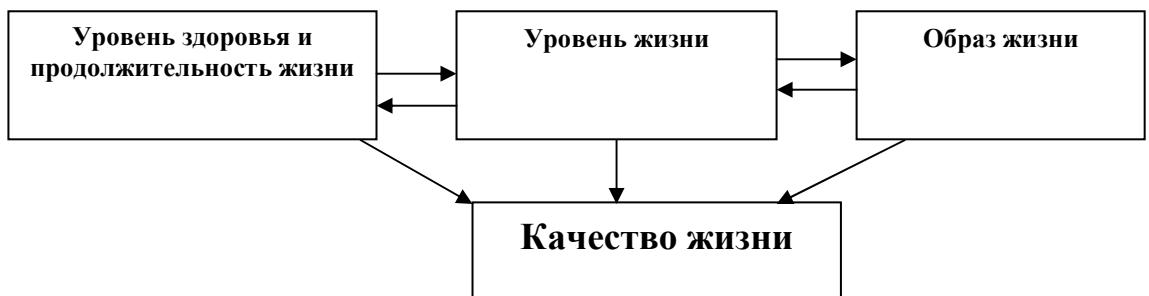
этой модели состояли как в разработке обобщенных индексов болезненности – смертности населения, так и в разработке количественных методов измерения эффективности различных программ в области охраны здоровья населения.

#### 4. Образ жизни и качество жизни населения

Термин «качество жизни» получил в середине XX века широкое распространение в странах с рыночной экономикой и в конце этого же столетия стал доминантой перестроечных процессов в России. Концентрация внимания к термину «качество жизни», по мере перехода к рыночным отношениям, были связаны не только со сложной ситуацией в социальной сфере, но и с постепенным осознанием того, что темпы и масштабы устойчивого социально-экономического развития страны будут определяться качеством жизни различных слоев общества.

Понятия «качество жизни» и «уровень жизни» нередко переплетаются и подменяют друг друга, что не вполне корректно. При этом *уровень жизни* определяется как показатель, характеризующий количество и качество товаров и услуг, потребляемых в стране.

В настоящее время проблема анализа качества жизни населения в целом и состояние его здоровья приобретает четко выраженный прикладной акцент. Качество жизни можно трактовать как интегральную категорию, всесторонне характеризующую уровень и степень благосостояния свободы, социального и духовного развития человека, а также его физическое здоровье. В числе ее структурных составляющих можно выделить (в значительной мере условно, ибо между ними прослеживаются определенные взаимосвязи) следующие основные компоненты: уровень здоровья и продолжительность жизни населения, уровень жизни населения, образ жизни населения<sup>1</sup>.



*Упрощенная структура качества жизни населения.*

Выделение компонента "уровень здоровья и продолжительность жизни населения", в качестве одной из главных структурных составляющих качества жизни, обусловлен следующим соображением: в мировой практике уровень и динамика здоровья, продолжительность жизни ставятся на первое место при определении условий жизнедеятельности, поскольку рассматриваются как базисная потребность человека, главное условие его жизнедеятельности.

Другой, важнейшей составляющей качества жизни, является уровень жизни населения. Уровень жизни населения выражает удовлетворение материальных и культурных потребностей личности, в обеспеченности потребительскими благами, которые характеризуются, количественными показателями, абстрагированными от их качественного значения. Это: размер оплаты труда, доход, объем потребления благ и услуг, уровень потребления продовольственных и промышленных товаров, продолжительность рабочего и свободного времени, жилищные условия, уровень образования, здравоохранения, культуры и т.д.

Третьим из основных структурных компонентов качества жизни населения выступает - образ жизни. Эта категория дает возможность рассмотреть комплексно во взаимосвязи содержание аспектов жизнедеятельности - положение и развитие личности, ее социальная активность; отношение населения к труду, к политике властей, к институту семьи и брака к законности и правопорядку; ценностные ориентиры различных социальных групп и т.п.

Качество жизни – комплексная характеристика социально-экономических, политических, культурно-идеологических, экологических факторов и условий существования личности, положения человека в обществе.

В количественную характеристику качества жизни включаются такие ее показатели, как степень удовлетворения потребностей, материальные, энергетические, трудовые и финансовые затраты на удовлетворение каждого вида из совокупности объективных потребностей. Совокупность объективных потребностей человека, исходя из чувства здравого смысла и законов формальной логики, включает:

1. Материальную (физическую) базу существования человека. В нее входят: состояние окружающей среды, материально-технические условия труда, быт, организация досуга, получение образования, используемые товары и услуги,

уровень развития здравоохранения.

2. Политические условия существования человека, включающие его правовую и социальную защищенность, предоставляемые конституционные гарантии.

3. Экономические условия существования человека, включающие состояние производства, эффективность экономических институтов, состояние энергетических и сырьевых запасов государства.

4. Нравственную обстановку в обществе.

5. Возможность творческого самовыражения, самореализации личности, свободу выбора вида социальной деятельности, жизненной позиции, стиля мышления и поведения, наличие права на собственное мнение.

## **1. 7 Лекция №7 ( 2 часа).**

**Тема: «Рост народонаселения Земли »**

### **1.7.1.Вопросы лекции:**

1.1 Возможность перенаселения

1.2 Закономерности изменения смертности и рождаемости

1.3 Демографический переход и его причины

1.4 Прогнозы дальнейшего изменения численности населения Земли

### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1 Возможность перенаселения**

Из всех глобальных проблем, волнующих человечество, вопрос роста народонаселения мира представляется одной из главных. Это связано с тем что перенаселение является предпосылкой всех остальных проблем. Отчасти перенаселение повинно в возникновении проблем, отчасти в их превращение из локальных в глобальные.

На протяжении большей части человеческой истории рост численности народонаселения был почти неощущимым. В настоящее время представляется обоснованной точка зрения, согласно которой плотность заселения Земли приближается к критической. Население земного шара растёт по экспоненте, о чём предупреждал ещё Мальтус.

Мальтус сформулировал естественный закон, согласно которому, население Земли растет очень быстро - по законам геометрической прогрессии, тогда как производство продовольствия и других средств существования развиваются значительно медленнее - по

законами арифметической прогрессии. По его мнению, это связано с так называемым законом убывающей производительности последовательных затрат, что, например, для земледелия обрачивается законом убывающего плодородия почвы. От роста населения зависит состояние общества, а этот рост, в свою очередь, определяет биологическими законами размножения. Таким образом, согласно Мальтусу и его последователям, жизнедеятельность и развитие общества оказывается подчиненным биологическим законам.

Центральным понятием мальтизанской теории общества является понятие народонаселения. Народонаселение - совокупность людей, осуществляющих свою жизнедеятельность в рамках определенных социальных общностей: человечество в целом; групп стран; отдельных стран; различных региональных подразделений внутри этих стран вплоть до конкретных поселений. В социологическом плане народонаселение, его рост, плотность, расселение рассматриваются как одно из необходимых материальных условий жизни общества. В экономической теории народонаселение понимается как источник трудовых ресурсов и субъект потребления. Для демографии народонаселение - это совокупность поколений людей, различающихся по численности, возрасту и полу. В демографии под народонаселением понимают совокупность тех же людей, расселенных и мигрирующих в пределах определенной территории.

Для того чтобы понять какую роль играет народонаселение, его прирост, темпы роста в социально-экономической реальности необходимо обратиться к конкретно-историческому анализу динамики народонаселения Земли. В настоящее время, население Земли превысило 7 миллиардов человек и продолжает стремительно расти. Чтобы представить себе, каковы темпы этого роста, укажем, что в начале эпохи раннего палеолита численность населения Земли равнялась примерно 100-200 тысяч человек, к началу позднего палеолита население достигло примерно 1 миллиона человек, к началу неолита - 10 миллионов, а к его концу - 50 миллионов. Увеличение темпов роста народонаселения связано с переходом от первого культурно-хозяйственного типа - охоты, собирательства, рыболовства (так называемый, присваивающий тип хозяйствования) - к земледелию. Анализ археологических данных показывает, что прирост численности предков человека и первых людей в период становления общества был очень медленным. Он сдерживался суровыми естественными условиями и низким уровнем развития производительных сил. Ускорение роста народонаселения наблюдалось каждый раз при переходе к более прогрессивному типу хозяйствования. Так, переход от каменных орудий к металлическим, от охоты и собирательства к скотоводству и земледелию сопровождался скачками в росте населения Земли.

К началу нашей эры численность населения Земли уже составляла 230 миллионов человек, а к началу 19 века - 1 миллиард человек. К 1930 году эта цифра возросла до 2 миллиардов человек, к 1961 - до 3 миллиардов, к 1976 - до 4 миллиардов человек. Темпы роста населения Земли непрерывно увеличиваются, достигнув в начале 70-х годов двадцатого столетия 2% в год, что дало основания говорить о демографическом взрыве. Эта тенденция прогрессирующего роста народонаселения и была замечена Т. Мальтусом в конце восемнадцатого века, послужив основой и импульсом создания его теории.

Мальтус утверждал, что, несмотря на естественное регулирование численности населения посредством таких факторов, как голод, войны, эпидемии, человечество неизбежно столкнется с наступающим абсолютным перенаселением. Обосновывая необходимость борьбы с этим негативным явлением, Мальтус настаивал на регламентации браков и регулировании рождаемости. При этом в его теории игнорируется естественная потребность в детях и содержится призыв к ограничению рождаемости независимо от объективных обстоятельств, которыми определяется интенсивность данного процесса. В начале 19 века сознательное ограничение числа детей охватывало лишь около одного процента всех семейных пар, к началу 20 века - 8%, к середине - 25% и в 70-начале 80-х годов - около 45%.

Земля уже перенаселена, перед нами открываются перспективы экологической катастрофы, продовольственного кризиса, истощения невозобновимых и даже возобновимых ресурсов. Но демографы говорят, что рост замедляется.

## 2 Закономерности изменения смертности и рождаемости

Человеку, как любому биологическому виду свойственны рождение и смерть. От количества рождений и смертей зависит численность людей на планете. Изменение численности населения так называемым естественным путем именуется **естественным движением населения**. Так же различают **механическое (миграции) и социальное движение населения**

Под естественным движением населения понимают совокупность рождений и смертей (а иногда также совокупность браков и разводов).

Главными показателями для измерения естественного движения служат рождаемость и смертность.

**Рождаемость** определяется как частота рождений во всем населении или отдельных его группах. Измеряют ее при помощи разных показателей. Основным показателем является **общий коэффициент рождаемости** - число рождений за год в расчете на 1000 человек населения (измеряются в промилле-%). Например, если общий коэффициент рождаемости равен 15%, это означает, что в среднем на тысячу человек рождается 15 детей.

Для составления более точной картины рождаемости разработан **брутто-коэффициент** (или валовой), являющийся показателем замещения поколений и не учитывающий смертности. Однако не все родившиеся девочки доживают до возраста своих матерей, т. е. принимают участие в создании новых поколений. Именно это учитывает **нетто-коэффициент** (или чистый), который всегда меньше брутто-коэффициента. Широко применяют также **суммарный коэффициент рождаемости**, отражающий число рождений у одной женщины, прожившей весь плодовитый период. Существуют множество причины по которым количество детей различно. Факторы, влияющие на рождаемость можно объединить в несколько групп:

**Природно-физиологические факторы** - например, разное время достижения половой зрелости в странах с жарким и холодным климатом (это увеличивает или сокращает продолжительность фертильного цикла женщин).

**Демографические факторы.** К ним относится **половая структура** населения, которая может быть либо пропорциональной, либо сильно деформированной - с большим перевесом одного из полов. Еще большее воздействие на коэффициенты рождаемости оказывает **возрастная структура**. Чем больше доля лиц молодых возрастов, тем выше демографический потенциал общества. Можно утверждать также, что коэффициент рождаемости находится в прямой зависимости от показателя **детской смертности**. В отсталых странах, где семья нуждается в детях как в работниках, родители обычно заводят «лишних» детей в качестве заведомой компенсации неизбежных потерь среди них.

**Социально-экономические, культурные и психологические факторы.** К их числу обычно относят **общий уровень благосостояния**, повышение которого способствует увеличению средней продолжительности жизни людей и соответственно «старению» населения в целом с вытекающими из него демографическими последствиями. Высокий уровень благосостояния обычно подразумевает и высокий **уровень образованности**. К числу социально-экономических факторов, влияющих на динамику рождаемости, принято относить и **уровень урбанизации**.

Воздействие на рождаемость оказывают также **брачность, разводимость и семейное положение**.

**Смертность.** Ее также определяют через **общий коэффициент смертности**, т. е. количество смертей на 1000 человек населения, исчисляемое в тысячных долях (промилле).

Факторы смертности, подразделяют на **эндогенные** (генетические и другие), обусловленные старением человеческого организма, и **экзогенные**, связанные с внешним воздействием. К ним относятся: природно-климатические, социально-экономические, культурные, политические и др.

На протяжении тысячелетий - при сохранении традиционно высокого уровня рождаемости - именно смертность была главным регулятором воспроизводства населения. Голод, эпидемии, постоянные кровопролитные войны наносили народонаселению такой огромный урон, который мог «погасить» самую высокую рождаемость. В особенности это относится к войнам, тем более к мировым войнам XX в. Правда, после их окончания наступал период бурного компенсационного увеличения рождаемости - так называемый **беби-бум** (от англ. baby boom - взрыв рождений), но это могло восполнить лишь сравнительно небольшую часть военных потерь.

Во второй половине XX в. уже довольно отчетливо проявилась тенденция к снижению общего коэффициента смертности. Она вызвана в первую очередь:

- совершенствованием медицинского обслуживания;
- сокращением эпидемических и инфекционных заболеваний в результате улучшения, как личной гигиены людей, так и общих санитарно-гигиенических условий жизни;
- улучшением условий питания в результате возросшего производства продовольствия и его лучшего распределения;
- общей тенденцией к повышению уровня жизни и благосостояния людей.

Показателем уровня смертности, аналогично уровню рождаемости, служит коэффициент смертности, который определяется отношением общего числа умерших в стране за год к численности населения. Скорость роста населения равна разности между коэффициентами рождаемости и смертности.

Показатели рождаемости и смертности служат основой для исчисления **естественного прироста населения**. Естественный прирост - абсолютная величина разности между числом родившихся и умерших за определенный промежуток времени.

**Общий коэффициент естественного прироста** населения представляет собой разность коэффициентов рождаемости и смертности (на 1000). Если рождаемость выше смертности, то наблюдается **положительный естественный прирост** населения, если наоборот - **отрицательный прирост** (или естественная убыль населения). Естественный прирост наиболее полно отражает **режим воспроизводства населения**.

**Воспроизводством населения** - постоянное обновление поколений людей в результате совокупности процессов рождаемости смертности.

В зависимости от соотношения показателей рождаемости и смертности воспроизводство может быть трех режимов:

1. **Расширенное воспроизводство** населения, которому соответствует устойчивое превышение рождаемости над смертностью, обеспечивающее постоянный и стабильный рост населения.

2. **Простое воспроизводство** населения, при котором соотношение рождаемости и смертности складывается таким образом, что население возобновляется в неизменных масштабах.

3. **Суженное воспроизводство** населения, при котором коэффициент смертности превышает коэффициент рождаемости и рождающихся детей не хватает для количественного замещения поколения родителей.

Характер воспроизводства определяется по суммарному коэффициенту рождаемости. Для простого воспроизводства, т. е. количественного равенства детского и

материнского поколений, суммарный коэффициент рождаемости должен быть равен примерно 2,150.

Для наиболее точного определения типа воспроизводства пользуются показателями **нетто-коэффициента воспроизводства** женского населения. Он показывает сколько девочек рожденных одной матерью, доживет до возраста матери при их рождении и при данном уровне рождаемости и смертности.

По мере развития человеческой цивилизации характер воспроизводства населения изменялся. Человеческое общество за время своего существования прошло три главных этапа развития - этап присваивающей экономики, этап аграрной экономики и этап индустриальной экономики, которым соответствовало три **исторических типа воспроизводства населения**:

**Архаичный тип** воспроизводства населения охватил несколько десятков тысяч лет начальной истории человеческого рода, когда повсеместно господствовала еще **присваивающая экономика** (собирательство, охота, рыболовство), причем в условиях чрезвычайно сильной зависимости человека от природы. Для населения Земли в этот период были характерны очень небольшая численность и крайне низкие темпы прироста.

**Традиционный тип** воспроизводства населения существовал на Земле в течение нескольких тысячелетий и соответствовал периоду фактически господства **аграрной экономики**. Главными отличительными чертами этого типа являются высокие показатели рождаемости, приближающиеся к физиологическому максимуму (40-50%), и очень высокие показатели смертности, которые «гасили» высокую рождаемость, приводя в итоге к низкому естественному приросту населения. Определяющей при этом типе является именно смертность, т.к. желаемого количества детей можно было получить только частыми их рожданиями.

**Индустриальный тип.** При переходе экономики от аграрного типа к индустриальному изменился и тип воспроизводства населения. Новый этап начался с промышленной революции в Англии в XVIII-XIX вв., а в XX в. охватил все развитые страны мира. Современный тип воспроизводства называют индустриальным. Уменьшение зависимости индивида от природы, успехи медицины и здравоохранения, общее повышение уровня жизни привели к заметному снижению показателей смертности и увеличению средней продолжительности жизни, что повлекло за собой (при сохранении высокой рождаемости) лавинообразное увеличение естественного прироста.

В настоящее время человечество вступает в эпоху пост индустриального общества. Новый вид приобретает экономика, меняются социальные установки, формируются новые ценности. Постепенно меняется тип воспроизводства с индустриального на постиндустриальный, при котором иметь детей становится не обязательным. Для постиндустриального типа воспроизводства населения характерны: низкая смертность, низкая рождаемость и низкий естественный прирост. Такой тип воспроизводства получает все большее распространение в развитых странах Европы, в США и Японии. Пока стремление жителей этих стран иметь только одного ребенка на семью компенсируется рожданиями в развивающихся странах и потому общая численность населения Землян растет, еще рано говорить о новом типе воспроизводства.

### 3 Демографический переход и его причины

Научное осмысление смены типов воспроизводства населения привело к возникновению **теории демографического перехода**. Понятие демографический переход впервые было введено в 1950 г. американским демографом Фрэнком Ноутстайном. Теория заключается в объяснении последовательности и характера изменений в процессах рождаемости, смертности и естественного прироста населения и определении их долгосрочных тенденций.

Согласно этой теории, страны и регионы мира в разное время последовательно проходят четыре этапа демографического развития в зависимости от экономического роста и социального прогресса.

**Первая фаза или этап** относится еще к завершающему этапу традиционного типа воспроизводства населения. Для нее характерны высокая рождаемость, высокая смертность и низкий естественный прирост. В разное время все регионы мира прошли через этот этап. В конце XX в. подобное соотношение демографических показателей сохранилось лишь у племен охотников и собирателей в зоне влажных тропических лесов.

**Вторая фаза** отличается самым большим демографическим динамизмом. Он выражается, прежде всего, в резком сокращении смертности и сохраняющейся высокой рождаемости (уменьшение которой обычно запаздывает на одно-два поколения), ее снижение не значительно. В результате «вилка» между показателями рождаемости и смертности, фактически определяющая естественный прирост населения, резко увеличивается, что и становится причиной быстрого роста его численности. Именно на этой стадии демографического перехода происходит так называемый **демографический взрыв**, который Европа пережила еще в XIX в. и который для большинства стран Азии, Африки и Латинской Америки начался в середине XX в.

**Третья фаза** характеризуется дальнейшим снижением смертности, которая постепенно стабилизируется на относительно низком уровне. Рождаемость при этом также снижается, так что «вилка» между ними начинает постепенно сокращаться. В итоге на третьей фазе преобладающим становится слабо расширенное воспроизводство населения, которое ныне характерно для очень многих экономически развитых стран.

**Четвертая фаза** наступает тогда, когда показатели рождаемости и смертности выравниваются таким образом, что начинает преобладать уже не расширенное, а простое воспроизводство населения, ведущее к стабилизации его численности. В конце XX в. некоторые развитые страны уже фактически вступили в нее. А в отдельных из них стало преобладать суженное воспроизводство населения.

В странах, где промышленность стала развитой давно (как, например, в Швеции), коэффициенты смертности и рождаемости уменьшаются очень медленно. Разница между ними никогда не была значительной; население никогда не росло со скоростью более 2% в год. За весь период демографического перехода в большинстве стран Севера население выросло максимум в 5 раз. К 2000 г. очень немногие из промышленно развитых стран имели коэффициент рождаемости выше, чем необходимо для простого воспроизводства, а у большинства даже постепенно началось снижение численности населения. А в тех странах, где отмечен рост, происходило это в основном за счет иммиграции либо особенностей возрастного распределения (когда в репродуктивный возраст вступает больше молодежи, чем за тот же период из этого возраста выходит представителей старшего поколения), либо за счет обоих этих факторов.

В странах Юга, где коэффициент смертности стал снижаться позже и резче, между смертностью и рождаемостью разница была очень велика. В этих регионах мира скорости роста населения были гораздо больше, чем когда-либо в странах Севера (за исключением Северной Америки, которая приняла огромное количество иммигрантов из Европы). Численность населения многих стран Юга выросла в 10 раз и продолжает увеличиваться. Здесь демографические переходы еще очень далеки от завершения.

Демографы не пришли к единому мнению в отношении причин, по которым демографический переход увязывается с индустриализацией. Движущие факторы гораздо сложнее, чем простое увеличение доходов. Например, в Китае для его уровня доходов рождаемость чрезвычайно низка. В некоторых странах Ближнего Востока и Африки при относительно высоких уровнях доходов наблюдается чрезвычайно высокий коэффициент рождаемости.

Предполагается, что снижение рождаемости **напрямую** зависит не от уровня материального благосостояния, а, скорее, от его влияния на семейный уклад и, особенно, на положение женщин.

#### 4 Прогнозы дальнейшего изменения численности населения Земли

По данным Глобальной экологической сводки, докладывавшейся на Конференции ООН по окружающей среде летом 1992 года, население земного шара каждую секунду увеличивается на три человека, т.е. на 90 млн в год. В этом десятилетии ожидается наивысший уровень прироста за всю историю. В последующие два десятилетия количество жителей на Земле достигнет 8 млрд. После этого прирост населения замедлится и в перспективе, приблизительно к 2110 году, его численность стабилизируется.

Трагическое свидетельство бедности - детская смертность. До сих пор в 34 развивающихся странах из каждого 10 детей один-два умирают, не дожив до пяти лет. Видя этот риск, немногие матери решаются ограничить количество детей. Как ни парадоксально, но чтобы снизить темпы прироста населения, нужно направить усилия на сохранение жизни и здоровья детей (10 млн детей недоедают и еще 20 млн пытаются неполноценно).

Количество голодающих людей в мире возросло с 460 млн в 1970 году до 550 млн в 1990 году и, вероятно, достигнет 600-650 млн к 2000 году.

Тем не менее люди сейчас живут дольше, чем когда-либо. Глобальная продолжительность жизни возросла с 56,7 лет в 1970-1975 годах до 61,5 года в 1985-1990 годы, в среднем 71 ребенок из 1 тыс. умирает до пяти лет. В то же время в Латинской Америке продолжительность жизни 66 лет, в Южной Азии - 57, а в Африке только 52 года.'

Этот прогресс в основном достигнут за счет промышленно развитых стран, где продолжительность жизни возросла до 74 лет и только 9 детей из 1 тыс. умирают до пяти лет.

По данным ООН на 1990 год, средняя плотность населения на планете составила 40 человек на 1 км<sup>2</sup>, а на одного землянина приходилось 2,5 га площади.

Это, конечно, не характерный пример, и мы знаем, что есть на планете и действительно перенаселенные места (в Индии, Бангладеш, Китае). Но там снимают по два-три урожая в год, притом основные земли заняты под плантациями кофе, чая, цитрусовых, разного рода специй (пряностей), наркотических растений. Плантационное хозяйство (придаток и составная часть европейской культуры, навязанной всему миру) для работающего за чашку риса в день "туземца" не обязательно. Хотя, естественно, на практике во многих местах именно оно дает заработок "туземному" населению.

Демографы, географы предсказывают в обозримом демографическом будущем всего лишь удвоение земного населения и естественную стабилизацию его на этом уровне (хотя тогда возникнут новые проблемы). Более того, если ориентация на малодетную семью станет всеобщей, то при наличии одного-двух детей у следующих друг за другом поколений родителей суженное воспроизводство населения станет грозной опасностью и в будущем появятся столь же панические (но, кстати, более адекватные) оценки естественного исчерпания человеческого рода.

Целый ряд отечественных специалистов, владеющих методикой географического подхода, в разное время отмечали, что проблема глобального экологического риска хотя и существует, но сильно преувеличена [2-5]. Искусственные выбросы соразмерны по масштабам с естественными, природная естественная ритмика недостаточно изучена и кое-что из новаций, возможно, укладывается в ее рамки, а выбросы ежечасно поглощаются и утилизируются природой.

В обозримой перспективе население Земли, согласно тенденциям его развития, всего лишь удвоится, т.е. достигнет за пределами XXI века 10-12 млрд и на этом

стабилизируется (так называемый нулевой рост). Грубо говоря, прокормить такое население даже при нынешней технической оснащенности реально, а ведь в будущем появятся новые возможности.

Итак, на основе современных представлений о научных, технических, экономических возможностях и о способах производства можно заключить, что ресурсов, имеющихся на нашей планете, вполне достаточно для того, чтобы удовлетворить потребности в питании десятков миллиардов человек. Хотя на самом деле, по прогнозам демографов, землян будет не более 15 млрд.

На самом же деле в разных регионах земного шара и в разных типах стран дело обстоит по-разному, а динамическое равновесие если и устанавливается, то согласно специальным моделям демографического поведения, а не демографического роста. В любом случае демографическая экспонента уходит в прошлое.

Последние исследования Международного института прикладного системного анализа (ИСА - Австрия, Лаксенбург) дают более точную картину возможных сценариев мирового демографического развития (всего их девять, если исходить из альтернативных предположений о смертности, рождаемости и миграции).

В прогнозе показано снижение рождаемости в развивающихся странах (по крайней мере в ближайшем будущем). Прогнозируется и снижение уровня смертности, поскольку на следующее десятилетие снабжение продуктами будет достаточным.

Остается дискуссионным вопрос о дальнейшем снижении рождаемости в развитых странах (она и так низка). Некоторые специалисты считают, что рождаемость будет увеличиваться. Внимание здесь сосредоточивается на спорной проблеме будущего "возраста смертности" (продолжительности жизни). Для решения этого вопроса в тех странах, где женщины живут около 80 лет, верхний предел человеческой жизни становится решающим.

Неуверенность в уровне смертности сохраняется в прогнозе.

Естественно, модели Римского клуба носят более упрощенный характер.

В целом в прогнозе ИСА масштабы роста населения скорее преувеличиваются, ибо этот институт испытывает давление определенной тенденции, принятой в западных странах. Даже по варианту ниже уровня центрального сценария (наиболее вероятному) получается 9,5 млрд человек к 2030 году и 12,6 млрд к 2100 году. По последним прогнозам ООН, к 2025 году ожидается не более 8,5 млрд человек. В любом случае всего лишь удвоение населения к 2100 году не соответствует пессимистическим прогнозам Римского клуба. Это уже не экспоненциальный рост.

Самые высокие темпы роста Населения Земли уже позади (хотя абсолютный прирост еще очень высок) и, главное, они постепенно замедляются.

Здесь надо понять разницу между относительными темпами роста и абсолютным приростом. Путаница у неспециалистов происходит из-за того, что в данном десятилетии ожидается наивысший абсолютный прирост за всю историю. Но темпы прироста (роста) уже снижаются. В индустриально развитых странах они уже давно ниже, чем им бы хотелось, и составляют сейчас лишь 0,5% за год. Но и в развивающихся странах в целом они немногим больше 2% в год. Резкое падение темпов роста началось в некоторых районах Азии (прежде всего в Китае), Центральной Америки и Карибского бассейна. И только в Африке, где "планирование семьи" (т.е. регулирование рождаемости) не удается, темпы роста достигают 3% в год.

Во всем мире постепенно происходит переход от типа воспроизводства населения, характеризующегося высокой рождаемостью и пониженной смертностью, приведшего к "демографическому взрыву" 50-70-х годов, к типу, обладающему сочетанием пониженной смертности с невысокой рождаемостью. И лишь для "новой" России характерен тип, обычный для долго воюющих стран: сверхвысокая смертность - сверхнизкая рождаемость.

Так или иначе оказывается, что естественное движение населения в целом обладает способностью к саморегуляции. Демографического апокалипсиса бояться не • следует, и на одной ноге людям стоять не придется. Напротив, в будущем неизбежно возникнет вопрос о демографическом исчерпании планеты. Но все это годится для условий нормального экономического развития, когда может сложиться<sup>^</sup>тенденция к нулевому приросту. Общий прирост населения за пределами 2000 года, по прогнозам, замедлится и приблизительно к 2100 году численность населения стабилизируется на уровне 10-12 млрд. Количественный прогноз дается по последним расчетам ООН, качественный прогноз см. в [5]. Ни так называемая ресурсная модель мировой системы (Д. и Д. Медоузы), ни тем более "биосферная" по сути никак не основываются на демографических прогнозах.

Общий вывод: прогнозы всех трех известных в мире прогнозных центров не дают основания для ожидания "демографического апокалипсиса" и средневзвешенный уровень по ним - около 12 млрд человек в 2100 году, а к 2025 году - около 8,5 млрд человек. Более определены данные Всемирного банка (8,3 млрд и 11,7 млрд человек соответственно в 2025-м и 2100 годах), но и в ООН, и в JJASA, где более усложнен и вариабелен аппарат расчетов, данные в общем умеренные.

Наиболее крупной прогнозной демографической сводкой последнего времени, как нам представляется, следует считать капитальный труд Международного института прикладного системного анализа, расположенного под Веной в Лаксенбурге . В нем анализируются тенденции демографических изменений в мире и его основных регионах и различные сценарии такого развития в будущем. Базовым принят 1990 год (хотя нередко ретроспектива опускается до 1950 года), а перспектива простирается до 2030-го и 2100 года. Особенno выделяется 2025 год.

В предисловии к публикации JJASA известный американский демограф Н. Хейфец отмечает, что эта публикация дает<sup>^</sup>"лучшие демографические знания". Рост населения, пишет он, рассматривается на международных форумах как важнейший или во всяком случае один из ведущих факторов при глобальной оценке окружающей среды. Но на важность этого фактора в настоящее время скорее указывают ученые-естествоиспытатели, а не демографы. Последние, те, кто имеет лучшие знания по динамике населения и определяющим ее факторам смертности, рождаемости и миграции, менее решительны в оценке сложной проблемы взаимодействия населения и окружающей среды (и потому, на наш взгляд, принесли здесь меньше вреда, чем часть естествоиспытателей с их шумными и зачастую паническими высказываниями).

Публикация, по Хейфецу, служит двум целям: "ответить на вызов увеличенного интереса извне", изложив альтернативные тенденции динамики будущего населения, и в то же время в пределах демографической науки продвинуть вперед дискуссионные вопросы "о предполагаемых проектах будущего населения". Возможные будущие тенденции рассматриваются по трем компонентам: рождаемости, смертности и миграции, а альтернативные виды будущих тенденций переведены в блок альтернативных сценариев. Различные блоки проектов представлены до 2030-го и до 2100 года.

В JJASA получен комплект из девяти сценариев роста мирового населения, альтернативных предположений о смертности, рождаемости и миграции. Сценарии основаны на оценках идущих впереди экспертов в данной области. Взятые вместе, сценарии отражают обширный диапазон мнений экспертов о возможных будущих тенденциях в населении. Таким образом, здесь демографы адресуются скорее к сценарным методам, чем к традиционным. Сценарии лучше подчеркивают характер подсчетов, чем догадки и предсказания, и дают более точные предположения о тенденциях рождаемости, смертности и миграции.

## 1. 8 Лекция №8( 2 часа).

Тема: «Ограничность природных ресурсов »

### 1.8.1 Вопросы лекции:

- 1 Воздобновимые и невоздобновимые ресурсы
- 2 Пищевые ресурсы
- 3 Водные ресурсы
- 4 Минеральные ресурсы

### 1.8.2 Краткое содержание вопросов:

1. Воздобновимые и невоздобновимые ресурсы

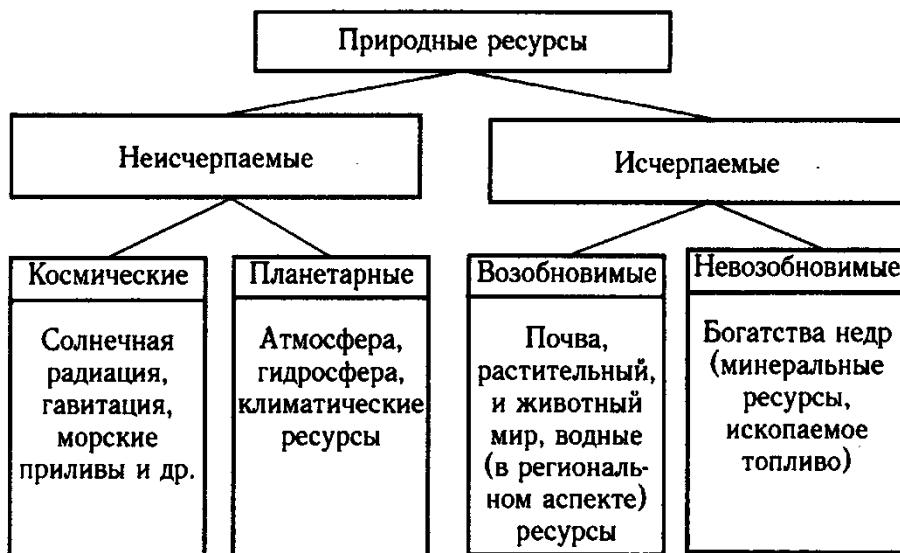
Природные ресурсы являются основной частью экономических ресурсов, т.е. кроме факторов среды они являются факторами производства.

*Ресурсы* - это вещества, материалы, силы и потоки вещества, энергии и информации, которые:

Природные ресурсы — это естественные ресурсы или природные вещества и виды энергии, служащие средствами существования человеческого общества и используемые в хозяйстве. Понятие «природные ресурсы» меняется с развитием науки и техники: вещества и виды энергии, использование которых ранее было невозможно, становятся природными ресурсами. Есть несколько классификаций природных ресурсов. По принадлежности к разным геосферам природных ресурсов, выделяют ресурсы литосферы, гидросферы, биосферы, климатические ресурсы. По применимости их в различных отраслях хозяйства их группируют в энергетические, металлургические, химические природные ресурсы и др.

Классификация природных ресурсов в аспекте воспроизводства и восстановления (рис)

- неисчерпаемые – полезные элементы климата (атмосферный воздух, осадки, энергия ветра), космические (солнечная радиация, космическая энергия, энергия приливов и отливов и т.п.) и водные ресурсы (воды Мирового океана и морей, энергия падающей воды). Однако под влиянием деятельности людей в отдельных районах Земли они могут сильно уменьшаться или становиться непригодными. Даже воды Мирового океана в результате загрязнения нефтью и некоторыми отходами теряют свои свойства, что ухудшает условия жизни морских растений и животных. Пресные воды, необходимые для жизни людей, стали исчерпаемым ресурсом, что связано с уменьшением водности рек, обмелением и осушением озер, загрязнением сточными водами;



- исчерпаемые – это такие ресурсы, объем которых ограничен, запасы которых по мере эксплуатации уменьшаются вплоть до полного исчезновения. Они делятся на:

\* возобновляемые – такие, которые могут быть восстановлены естественным путем, либо с помощью целенаправленной человеческой деятельности, а именно земельные (элементы плодородия почвы), водные (подземные воды зоны активного водообмена) и биологические (леса, водная фауна, растительный и животный мир и т.д.);

\* невозобновляемые – большинство полезных ископаемых (ископаемое топливо, металлическое и неметаллическое минеральное сырье), видовой состав растений и животных.

Существует еще много общих и специальных классификаций природных ресурсов, помимо перечисленных. Разумеется, рациональное природопользование предполагает меры по сохранению ресурсного потенциала. А для его оценки введено понятие качества природной среды – это такое состояние экосистем, при котором постоянно обеспечиваются обменные процессы между природой и человеком на уровне, обеспечивающем воспроизведение жизни на Земле. Оценка качества природной среды включает множество экологических и экономических показателей, которые реализуются через систему экологического нормирования – установления предельно допустимых воздействий человека на те или иные компоненты природной среды.

Географическая оболочка Земли обладает огромными и разнообразными природными ресурсами. Однако запасы разных их видов далеко не одинаковы, распределены они неравномерно. В результате отдельные районы, страны, регионы, даже материки имеют различную ресурсообеспеченность. Под ресурсообеспеченностью обычно понимают соотношение между величиной природных ресурсов и размерами их использования. Она выражается либо количеством лет, на которые должно хватить данного ресурса, либо его запасами из расчета на душу населения. Например, по расчетам ученых, мировые общегеологические запасы минерального топлива превышают 12,5 трлн. т. Это значит, что при современном уровне добычи их может хватить более, чем на 1000 лет. Однако, если учитывать запасы, доступные для извлечения, а также постоянный рост потребления, обеспеченность сократится в несколько раз. Другим примером, иллюстрирующим различия в ресурсообеспеченности, может служить характеристика душевой обеспеченности землями в разных странах мира. Так, при среднемировом его показателе 0,25 га на душу населения, он колеблется от 0,04 га в Японии до 3,00 га в Австралии.

В общем случае, существуют заметные различия в уровне и характере обеспеченности природными ресурсами различных стран. Так, Ближний Восток выделяется крупными ресурсами нефти и газа. Аз-дские страны богаты медными и полиметаллическими рудами. Государства, располагающие большими массивами тропических лесов, обладают ресурсами ценной древесины. В мире есть несколько государств, имеющих практические все известные виды природных ресурсов. Это Россия, США и КНР. Высокообеспеченными, с точки зрения природных ресурсов, являются Индия, Бразилия, Австралия и некоторые другие страны. Многие государства обладают крупными запасами мирового значения одного или нескольких ресурсов. Так, Габон выделяется запасами марганца, Кувейт — нефти, Марокко — фосфоритов. Большое значение для каждой страны имеет комплексность имеющихся природных ресурсов. Например, для организации черной металлургии в отдельно взятой стране желательно располагать ресурсами не только железной руды, но и марганца, хромитов и коксующегося угля.

Большинство стран располагают некоторым набором природных ресурсов. Однако, встречаются государства с очень скучными их объемами. Но это не всегда обрекает эту страну на нищенское существование, и наоборот, обладая большим их числом и количеством, можно нерационально ими воспользоваться. Например. Япония, являясь высокоразвитой страной, имеет ограниченное количество минеральных ресурсов. В

противоположность Японии можно привести примеры многих государств, обладающих богатейшими ресурсами, но не достигших больших успехов в социально-экономическом развитии.

## 2. Пищевые ресурсы

Пищевые ресурсы – основа жизни для человека. Человек успешно умеет создавать и увеличивать для себя запасы пищи. История человечества – поиск все новых и новых пищевых ресурсов. Сотни тысяч лет первобытные люди собирали доступную им пищу, охотились на доступную добычу. Примерно так добывают себе пропитания всеядные животные, например, медведи. Но, в отличие от них, люди научились добывать пищу, воссоздавать пищевые ресурсы, пользуясь простейшими орудиями. Так 10 тысяч лет назад на Ближнем Востоке возникло сельское хозяйство. Жители тех мест научились выращивать съедобные растения, содержать полезных для себя животных.

Производство пищи принципиальное экологическое отличие человека от всех биологических видов, главное проявление его социальных особенностей. Уже несколько тысячелетий люди совершенствуют производство продовольствия, увеличивая его количество и улучшая качество. В результате возрастает выживаемость, растет численность человечества. Возможности увеличения пищевых ресурсов не беспредельны. Даже сейчас при высоком уровне производство продовольствия отдельных странах почти 10% мирового населения страдают от голода (особенно в Африке) и столько же от неполноценной пищи (например, при нехватке животного белка).

### Пищевые ресурсы суши

На Земном шаре существует более 80 тысяч съедобных растений. Но человек использует в пищу только 30 культур. Четыре из них – пшеница, рис, кукуруза и картофель дают нам больше продовольствий, чем остальные культуры вместе взятые. К другим основным продуктам относятся рыба, мясо, молоко, яйца, сыры. К другим не менее ценным пищевым ресурсам относятся животные, играющие прямую косвенную роль в жизни человека. Прямое положительное значение имеет виды животных, дающие мясо, шерсть, кожу, пух, перо и т.п. Косвенное значение таких животных заключается в том, что они могут способствовать увеличению продуктивности растительных пищевых ресурсов. Например, без насекомых опылителей не могли бы существовать очень многие представители масличных, зерновых, бахчевых, садовых, ягодных растений.

Первоочередной задачей считается улучшение продовольственного снабжения населения. Необходимо более чем удвоить темпы роста сельскохозяйственного производства, обеспечить значительную прибавку мяса, молока, овощей и плодов. Предстоит поднять эффективность использования производственного потенциала в агропромышленном комплексе, сконцентрировав силы на важнейших участках, обеспечивающих их наибольшую отдачу, в первую очередь на повышении плодородия земли и внедрении интенсивных технологий. Крупным источником пополнения продовольственного фонда является сокращение потерь сельскохозяйственной продукции при транспортировке, хранении и переработке, которые могут составлять от 20 до 30% исходной продукции. В аграрном секторе предстоит перейти на экономические факторы хозяйствования.

Особое место принадлежит увеличению производства зерна для пищевых и фуражных целей. Его следует увеличить, по крайней мере, в полтора раза, чтобы обеспечить по крайней мере внутренние потребности каждой страны. Почвенно-климатические условия планеты и осуществляемые мероприятия по интенсификации земледелия позволяют считать выполнение этой задачи вполне реальным.

Высокими темпами развивается сельское хозяйство Венгрии, Германии. По производству зерна, мяса, фруктов на душу населения США занимает ведущее место в мире.

Эти страны достигли высокого уровня самообеспечения продовольствием, поставляя часть продуктов питания на экспорт, в том числе в промышленно развитые и развивающиеся страны (Европа, Ближний и Средний Восток).

Одновременно решается вторая часть проблемы: обеспечить сбалансированность рациона питания по отдельным компонентам. В рационе питания постепенно возрастает доля мяса и мясопродуктов, овощей и фруктов при некотором снижении доли хлеба и картофеля. За истекшие двадцать лет (1980—2000 гг.) существенно изменилась структура потребления населением продуктов питания в восточно-европейских странах: увеличилось потребление таких ценных продуктов питания, как мясо, молоко, рыба, яйца, сахар, овощи, заметно снизилось потребление картофеля. Долговременные программы этих стран направлены не на увеличение поголовья скота, а на повышение его продуктивности как основного источника получения полноценного белка.

Продовольственное положение в современном мире в начале XXI века отличается большой сложностью. Если европейские страны планомерно наращивали производство продовольствия, достигнув серьезных успехов, то в восточном мире продовольственный кризис, связанный, прежде всего с нехваткой продовольствия в развивающихся странах, углублялся социальным расслоением сельского населения и концентрацией земельных угодий в руках средних и крупных землевладельцев.

В особенно тяжелом положении оказывается ряд развивающихся стран Африки и Юго-Восточной Азии, где в течение двух последних десятилетий производство продуктов питания растет очень медленно, отставая от темпов роста населения. Сельское хозяйство развивающихся стран, в условиях дефицита сельскохозяйственной техники и удобрений, очень сильно зависит от погоды. Годы 1990 и 1994 были урожайными для стран Юго-Восточной Азии, в результате чего по данным ФАО валовое производство сельскохозяйственной продукции здесь увеличилось по сравнению с 1986 г. на 6,5%, в том числе в Индии на 10,2%, Пакистане — на 8,6, Южной Корее — на 8,4%. Однако кризисная ситуация сложилась на Африканском континенте вследствие ряда катастрофических засух 1995—1996 гг., особенно сильных в странах, расположенных в районе Сахеля.

В развитых странах производство продуктов питания наращивалось в условиях активного спроса на мировом рынке, чему способствовало внедрение новой агротехники и других приемов интенсивного земледелия. В целом за десятилетие (1984—1994 гг.) в этой группе стран урожайность зерновых культур возросла на 11,6%. Особенno значительный рост урожайности зерновых культур (на 19%) был отмечен в европейских странах, где в 1998 г. был собран рекордный урожай зерновых.

### **Пищевые ресурсы моря**

Главное богатство Мирового океана — это его пищевые ресурсы (рыба, зоо - и фитопланктон). Океан всегда кормил людей, с незапамятных времен человек ловил рыбу и ракообразных, собирая водоросли, моллюсков.

Нерациональное ведение промысла и, в частности, перлов рыбы, т.е. вылов большего количества ее, чем воспроизводится. Кроме лова промышленного, здесь важную роль играет браконьерство, т. е. отлов рыбы способами, в местах и сроки, запрещенные правилами рыболовства.

Особенно опасно отравление, загрязнение, изменение кислородного и кормового режима океана как следствие спуска в них промышленных и бытовых загрязненных сточных вод, бионификации и т. п. Подвержены этому, если не считать радиоактивной загрязненности, преимущественно все моря. Гидротехническое строительство, недостаточно учитывает интересы рыбного хозяйства. Оно вызывает изменение режима стока рек, половодий и паводков, распределения биогенных веществ, солености и уровня внутренних морей, преграждает путь к местам нереста проходным рыбам и нередко уничтожает самые нерестилища.

Первый фактор — пример прямого, непосредственного воздействия деятельности человека на численность рыб, два другие — пример косвенного воздействия, так как вследствие хозяйственной деятельности изменяются условия среды обитания рыб, что может изменить их численность в большей даже степени, чем отлов.

Любого из трех названных факторов достаточно, чтобы нарушить рыбный промысел, а в ряде случаев они действуют одновременно.

Два первых фактора приводят к уменьшению или полному прекращению добычи рыбы, а третий может быть и весьма положительным с точки зрения рыбного хозяйства.

Но население Земли растет бурными темпами, все больше нуждается в морской продукции. Существует несколько путей поднятия ее продуктивности. Первый — изымать из океана не только рыбу, но и зоопланктон, часть которого — антарктический криль — уже пошла в пищу. Можно без всякого ущерба для океана вылавливать его в гораздо больших количествах, чем вся добываемая в настоящее время рыба. Второй путь — использование пищевых ресурсов открытого океана. Биологическая продуктивность океана особенно велика в области подъема глубинных вод. Наконец, третий путь — культурное разведение живых организмов, в основном в прибрежных зонах. Все эти три способа успешно опробованы во многих странах мира, но локально, поэтому продолжается губительный по своим объемам вылов рыбы.

Огромные возможности для увеличения пищевых ресурсов открывает развитие марикультуры — искусственного разведения морских рыб, моллюсков, ракообразных и иглокожих. Многие виды морских организмов имеют значение не только как продукты питания. Их органы и ткани содержат ценные биологически активные вещества, необходимые для медицины. Пищевые качества водорослей определяются содержанием в них многих необходимых для сохранения здоровья человека микроэлементов и витаминов.

### 3. Водные ресурсы

**Водные ресурсы**, воды в жидким, твердом и газообразном состоянии и их распределение на Земле. Они находятся в естественных водоемах на поверхности (в океанах, реках, озерах и болотах); в недрах (подземные воды); во всех растениях и животных; а также в искусственных водоемах (водохранилищах, каналах и пр.).

Вода — единственное вещество, которое в природе присутствует в жидким, твердом и газообразном состояниях. Значение жидкой воды существенно меняется в зависимости от местонахождения и возможностей применения. Пресная вода шире используется, чем соленая. Свыше 97% всей воды сосредоточено в океанах и внутренних морях. Еще ок. 2% приходится на долю пресных вод, заключенных в покровных и горных ледниках, и лишь менее 1% — на долю пресных вод озер и рек, подземных и грунтовых.

Вода, самое распространенное соединение на Земле, обладает уникальными химическими и физическими свойствами. Поскольку она легко растворяет минеральные соли, живые организмы вместе с ней поглощают питательные вещества без каких-либо существенных изменений собственного химического состава. Таким образом, вода необходима для нормальной жизнедеятельности всех живых организмов. Молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Ее молекулярный вес всего 18, а точка кипения достигает 100° С при атмосферном давлении 760 мм рт. ст. На больших высотах, где давление ниже, чем на уровне моря, вода закипает при более низких температурах. Когда вода замерзает, ее объем увеличивается более чем на 11%, и расширяющийся лед может разрывать водопроводные трубы и мостовые и разрушать скальные породы, превращая их в рыхлый грунт. По плотности лед уступает жидкой воде, что и объясняет его плавучесть.

Техносфера конкурирует с экосферой за наиболее доступные резервуары пресной воды. Тем более, что водоемкость всего человеческого хозяйства в XX столетии увеличилась в 12 раз и достигла огромной величины: около 5 тыс. км<sup>3</sup> в год. Это почти

14% годового стока всех рек мира. Правда, некоторую часть этого объема составляют подземные воды, не доступные для биоты. Вместе с ними общий водохозяйственный потенциал ресурсов пресной воды оценивается в 2,5-2,8 млн км<sup>3</sup>/год, а современные доступные эксплуатационные запасы - в 42 тыс. км<sup>3</sup>/год. Из них лишь 1/3 составляет устойчивую часть речного стока. Около 70% мирового водопотребления приходится на сельское хозяйство, 13% - на промышленность, 10% - на коммунально-бытовые нужды.

Преобладающим источником водоснабжения в мире остаются реки. Однако гидроэнергетика и возросшее водопотребление нуждаются в емких резервуарах воды, мало зависящих от сезонных перепадов стока. Поэтому многие тысячи рек в XX в. зарегулированы. Более 30 тысяч водохранилищ с общей площадью зеркала больше площади Черного и Азовского морей увеличили мгновенный объем воды в речных системах и средний период обращения воды в них в 6-7 раз.

Вода некоторых рек в промышленных районах мира полностью (в ряде случаев более, чем однократно) проходит через различные технические системы водопотребления. Благодаря применению в промышленности и энергетике водооборотных циклов суммарное использование воды в этих отраслях в целом в 2,8 раза превышает объем забора свежей воды. Разумеется, водообеспеченность хозяйства и населения в разных регионах мира очень различны.

В питьевом водоснабжении населения в настоящее время все большее значение начинают приобретать подземные источники. На них основано водное хозяйство более 25% городов мира, в том числе и многих крупных. Используются преимущественно пресные воды из зон активного водообмена и артезианских бассейнов с минерализацией менее 1 г/л, более чистые в санитарном отношении, но и более минерализованные, чем речные воды. Практически вся вода, поступающая в магистрали питьевого водоснабжения, нуждается в специальной водоподготовке. Проблема качества воды связана в основном с массированным техногенным загрязнением поверхностных и отчасти подземных природных вод.

Современное техногенное вмешательство в планетарный круговорот воды близко к критическому уровню, превышение которого может существенно повлиять на процессы в биосфере, на географическое распределение осадков и качество воды природных источников.

#### 4. Минеральные ресурсы

**Минеральные ресурсы**, полезные ископаемые в недрах Земли, запасы которых оценены по геологическим данным. Месторождения полезных ископаемых распределены в земной коре неравномерно.

Большинство видов минерального сырья представлено рудами, состоящими из минералов, т.е. неорганических веществ природного происхождения. Однако некоторые важные виды полезных ископаемых, в частности энергетическое сырье, имеют органическое происхождение (ископаемые угли, нефть, торф, горючие сланцы и природный газ). Их присоединяют к минеральному сырью условно. В последние годы все большее значение приобретает гидроминеральное сырье – высокоминерализованные подземные воды (погребенные рассолы).

Ценность отдельных видов минерального сырья определяется в зависимости от области их применения (для получения энергии, в машино- и приборостроении, при производстве товаров народного потребления), а также от того, насколько редко они встречаются.

Важнейшим для экономики минеральным ресурсом является железная руда. Всего в мире ежегодно добывается около 1 млрд т железной руды. По добыче железной руды Россия занимает четвертое место после Китая, Бразилии и Австралии. Мировые разведанные запасы железной руды оцениваются примерно в 200 млрд т, которых хватит примерно на 200 лет. Рудное сырье добывается в основном двумя способами: открытым и

подземным. Открытый способ экологически неприемлем: связан с образованием большого объема отходов пустой породы и нарушением огромных земельных площадей. Вообще функционирование металлургического комплекса сопряжено с образованием огромного объема отходов на всех стадиях - от сырья до готовой продукции.

Предприятия металлургии выплавляют около 1 млрд т различных металлов в год, и этой массе соответствует почти 7-кратное количество необогащенных руд, для добычи которых приходится извлекать еще на порядок большую массу горных пород и грунтов. К этому добавляется большая энергоемкость добывающих и металлургических производств.

Во всем мире ежегодно выплавляется около 800 млн т стали. Россия производит около 7,5 % от мирового объема. Однако устаревшие технологии производства стали поставляют в окружающую среду огромное количество отходов. До сих пор в России 40% стали выплавляется в мартенах, тогда как в США - 3%, а в Великобритании, Франции, Италии, Японии, ФРГ этот способ вообще не применяется.

Распространенность редких металлов в земной коре настолько мала, что для рентабельной добычи необходимо многократное превышение их концентрации в месторождениях над средним содержанием. Для ряда редких металлов существует реальная опасность исчерпания наиболее рентабельных месторождений.

Техносфера играет роль мощного концентратора редких металлов в пространстве биосфера. Многие из этих элементов и их соединений являются сильными ядами.

Неметаллические полезные ископаемые и нерудное минеральное сырье составляет еще большую массу веществ и материалов, используемых в техносфере. Примерно 1/3 их составляет сырье для химической промышленности и производства минеральных удобрений, а 2/3 - строительные материалы.

Потребление *минеральных удобрений*, самых главных из них - фосфорных, калийных и азотных, применяемых обычно в соотношении 1:1,5:3, - неуклонно растет. За 30 лет с 1960 по 1990 гг. их мировое производство увеличилось в 5 раз - с 45 до 230 млн т в год. Источником фосфатов являются месторождения апатитов, фосфоритов и других фосфатных минералов, большая часть которых представляет собой преобразованные морские отложения. Меньшее количество концентрируется в апатитах изверженных горных пород, как у нас на Кольском полуострове. Распространенность фосфора в литосфере довольно велика: около 0,08%. Сумма разведанных мировых запасов фосфора близка к 45 млрд т. Из обогащенного апатита производится главное фосфорное удобрение - *суперфосфат*. Калий является широко распространенным элементом (1,7% в земной коре) и концентрируется в месторождениях калийных солей морского происхождения, в основном в виде хлорида кальция или в смеси с хлоридами натрия и магния. Эксплуатационные запасы калия превышают 60 млрд т. Ресурс азота практически неисчерпаем, поскольку для производства аммиака, а затем и других соединений используется азот воздуха.

Доступные запасы нефти и газа примерно на два порядка превышают их современное годовое извлечение, запасы угля - на три порядка. Другими словами, сравнивая цифры, относящиеся к оценке разведанных запасов наиболее доступных видов топлива (второй столбец цифр), с цифрами их современного потребления (третий столбец), можно назвать максимальное время, на которое этих запасов может хватить. Для подвижной нефти - это 65 лет, для газа - 44 года, для угля - 320 лет. Учитывая, что потребление продолжает расти, реальные значения должны быть заметно меньше. Однако решающее влияние на объем добычи топлива оказывает пока еще не конечность запасов, а растущий спрос и политика цен. Можно смело прогнозировать долговременную тенденцию роста мировых цен на основные виды топлива в XXI веке.

Месторождения ископаемых топлив расположены неравномерно. По 1 /3 потенциальных мировых запасов угля и газа и более 20% нефти находятся в России. Почти 35% нефти и около 17% газа сосредоточено на Среднем Востоке. Большини

потенциалами угля, газа и нефти богата Северная Америка. Эти три региона располагают почти 70% разведанных мировых запасов ископаемого топлива.

Кроме ископаемого топлива в странах Азии, Африки и Южной Америки продолжается использование довольно большого количества растительного топлива, в основном древесины. Суммарное количество энергии, получаемое за счет ископаемых и современных биогенных энергоресурсов, составляет около 12,6 млрд т условного топлива в год.

На втором месте по значению в энергоресурсах техносфера стоит *ядерное топливо*, главным источником которого является ископаемый уран. Большая часть урана в литосфере сильно рассеяна. По данным Мировой энергетической конференции, общие рудные запасы урана составляют 20,4 млн т, в том числе разведанные - 3,3 млн т. Содержание урана в породах большинства месторождений, имеющих перспективное коммерческое значение, колеблется от 0,001 до 0,03%. Поэтому производится значительное рудное обогащение. Природный уран на 99,3% состоит из изотопа U-238 и содержит только 0,7% изотопа U-235, масса которого обладает способностью к самопроизвольной цепной реакции. Для промышленных целей производят изотопное обогащение урана с доведением содержания U-235 до 3%. Такой уран (в основном в виде  $^{235}\text{U}$ ) используется в большинстве современных реакторов.

## 1. 9 Лекция №9 ( 2 часа).

**Тема:** «Загрязнение окружающей среды »

### 1.9.1 Вопросы лекции:

- 1 Краткая история загрязнения окружающей среды
- 2 Типы загрязнения
- 3 Основные источники загрязнения
- 4 Понятие «предельно-допустимых концентраций» загрязняющих веществ

### 1.9.2 Краткое содержание вопросов:

- 1 Краткая история загрязнения окружающей среды

Интересно, что многие исследователи, сам факт появления и значительного распространения человека на Земле называют одной из крупнейших экологических катастроф древности.

Так известно, что формирование и становление кроманьонского человека завершилось в течение считанных тысячелетий. Сравнительно быстро это событие вызвало экологические последствия. И, прежде всего – не бывалое в геологической истории распространение одного биологического вида практически на всей обитаемой суше.

Никогда – за миллионы, миллиарды лет – ни один вид не имел такого распространения.

Именно тогда и зародилось неразрешимое до сих пор противоречие между катастрофически быстро развивающимся биологическим видом-потребителем природных ресурсов и самой природной средой - между человеком и породившей его природой.

Всё (если и не абсолютно все, то многое) начиналось, как и водится, с огня.

Доказательства варварского истребления лесов первобытными племенами поступают даже не из такого уж давнего прошлого — что особо ценно. Голландский мореплаватель А. Я. Тасман и его команда, первыми из европейцев увидевшие берега Тасмании, аборигенов не обнаружили, хотя обратили внимание на клубы дыма, поднимавшиеся в разных местах над лесом. Последующие исследователи острова постоянно сталкивались с лесными пожарами или с обилием костров, разводимых аборигенами. И хотя тасманийцы занимались охотой, рыболовством, собирательством,

главным «рычагом», с помощью которого они «переворачивали» свою землю - перестраивали ландшафты радикально, - был огонь.

В результате подобной «природопреобразующей деятельности» на обширных пространствах Тасмании произошла смена растительности; произошли изменения в характере почвы, изменился климат.

Многие исследователи сходятся на том, что до появления человека, в частности, в Исландии до 40% площади острова были заняты березовыми лесами с примесью ивы, рябины и можжевельника. Со временем освоения Исландии викингами леса стали быстро сокращаться, и ныне их площадь не превышает 0,5%.

В других регионах к подобным же результатам привела система первобытно земледелия, предполагавшего выжигание огромных лесных пространств регулярно - раз в несколько земледельческих сезонов.

В числе первых экологических катастроф, привнесенных в жизнь планеты молодым человечеством, называют и последствия такого чистого и безобидного занятия, как самая обыкновенная охота. Именно результатом хищнического истребления целых видов животных (археологи, действительно, находят гигантские скопления костей животных на местах былых охотничьих побед), а также воздействия человека на природные комплексы в целом стало то, что во многих регионах мира создались предпосылки для кризиса охотничьего хозяйства, присваивающего природные биологические ресурсы практически без сознательного их возобновления.

Один из крупнейших знатоков ледникового периода американский географ и геолог Р. Флинт, писал об исчезновении групп животных: «вымирание в основном происходило 5000-10000 лет назад. К вымершим животным принадлежат все верблюды, лошади, ленивцы, два рода мускусных быков, пекари, винторогие антилопы, все виды бизонов (кроме одного)... и отдельные виды кошек - некоторые из них достигали размеров льва. Исчезли также два вида мамонтов, которые были крупнее современных слонов и были распространены на территории США почти повсеместно».

На отдельных изолированных территориях (Австралия, Тасмания и др.), где отсутствовали пригодные для ведения сельского хозяйства виды животных и растений, первобытное общество настолько подорвало ресурсы существующих природных комплексов, что вступило в полосу застоя и даже некоторого технического и социального регресса. И хотя сохранился прежний уровень хозяйственного развития, хищническая эксплуатация природных биологических ресурсов вызывала последовательную деградацию окружающих ландшафтов, уменьшение или качественное ухудшение используемых биологических ресурсов.

Общество - часть природы не могло оставаться вне этого процесса.

Интересен тот факт, что учеными доказана большая продуктивность нетронутых человеком естественных природных комплексов чем экосистем, искусственно им созданных. И это актуально даже для сегодняшнего уровня развития сельского хозяйства. А, следовательно, и собирательство и охота на начальном этапе должны были быть более эффективны, чем земледелие и скотоводство. Но только в том, случае, если окружающая человека природа не переживала очередную экологическую катастрофу. Именно разрушающее воздействие человека на окружающую среду стимулировало, как ни странно это звучит, развитие цивилизации - в поисках новых ресурсов человечество постепенно переходило от присваивающего хозяйства к производящему.

Однако вслед за одной бедой спешила другая. Созданная примитивными способами новая природная среда чрезвычайно хрупка, быстро истощает почву и нежизнеспособна в обычных условиях (будучи оставленной человеком после истощения). Выжигание растительности, рыхление поверхности земли в сочетании с уничтожением деревьев и кустов наносит значительный ущерб почве, приводит к эрозии. Поэтому осваиваемые первобытным человеком участки земли вскоре приходили в полную непригодность и люди вынуждены были искать новые территории. Следами тех

экологических катастроф древности, выглядящими сегодня в наших глазах, как извечные степи и пустыни, планета покрыта до сих пор.

Именно поэтому экологические проблемы древности не были и не могли быть стимулом только прогресса человечества. Необходимость доступа к получению ресурсов природы, осложнившаяся, в том числе и природоразрушающей деятельностью человека, толкала племена к конфликтам с более обеспеченными соседями. Хотя необходимость оборонять от соседей богатства, полученные от природы, с другой стороны, заставляла первобытные племена укреплять свои поселения, учиться возводить крепостные валы и т. п., но это тема уже совсем другого разговора...

Именно так человечество прошло с окружающей его природной средой бок о бок сквозь десятки, сотни тысячелетий - борясь с миром за существование и создавая себе победами в этой борьбе только всё новые и новые проблемы...

## 2 Типы загрязнения

Под загрязнением окружающей среды понимают любое внесение в ту или иную экологическую систему не свойственных ей живых или неживых компонентов, физических или структурных изменений, прерывающих или нарушающих процессы круговорота и обмена веществ, потоки энергии со снижением продуктивности или разрушением данной экосистемы.

Различают *природные загрязнения*, вызванные природными, нередко катастрофическими, причинами, например извержение вулкана, и *антропогенные*, возникающие в результате деятельности человека.

Антропогенные загрязнители делятся на *материальные* (пыль, газы, зола, шлаки и др.) и *физические*, или *энергетические* (тепловая энергия, электрические и электромагнитные поля, шум, вибрация и т. д.). Материальные загрязнители подразделяются на *механические, химические и биологические*. К *механическим* загрязнителям относятся пыль и аэрозоли атмосферного воздуха, твердые частицы в воде и почве. *Химическими* (ингредиентами) загрязнителями являются различные газообразные, жидкие и твердые химические соединения и элементы, попадающие в атмосферу, гидросферу и вступающие во взаимодействие с окружающей средой — кислоты, щелочи, диоксид серы, эмульсии и другие.

*Биологические* загрязнители — все виды организмов, появляющиеся при участии человека и наносящие ему вред — грибы, бактерии, сине-зеленые водоросли и т. д.

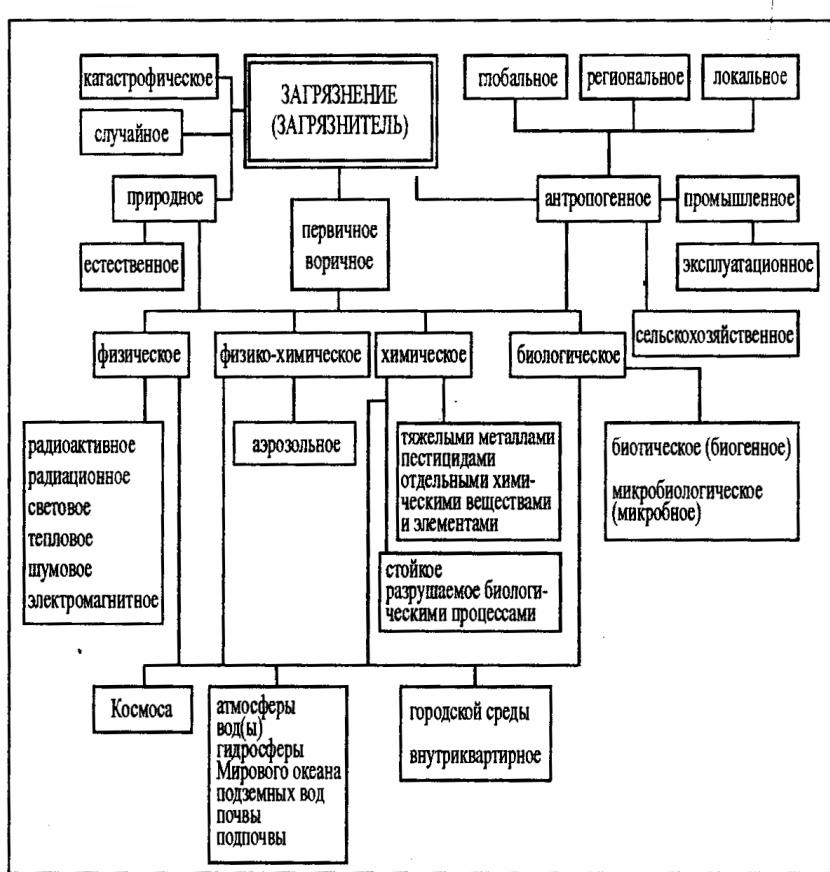


Схема форм загрязнителей (загрязнения), по Н. Ф. Реймерсу, 1990

*Биологические* загрязнители — все виды организмов, появляющиеся при участии человека и наносящие ему вред — грибы, бактерии, сине-зеленые водоросли и т. д.

Последствия загрязнения окружающей среды кратко сформулированы следующим образом.

1. Ухудшение качества окружающей среды.
2. Образование нежелательных потерь вещества, энергии, труда и средств при добыче и заготовке человеком сырья и материалов, которые превращаются в безвозвратные отходы, рассеиваемые в биосфере.
3. Необратимое разрушение не только отдельных экологических систем, но и биосфера в целом, в том числе воздействие на глобальные физико-химические параметры окружающей среды.
4. Потери плодородных земель, снижение продуктивности экологических систем и в целом биосфера.
5. Прямое или косвенное ухудшение физического и морального состояния человека — главной производительной силы общества.

### 3 Основные источники загрязнения

До последнего времени считалось бесспорным, что серьезные нарушения окружающей среды человек совершают в сфере *производственной деятельности*. Заводские и фабричные трубы являлись основным источником загрязнения воздуха, стоки промышленных предприятий — рек и прибрежных морских вод. В конце XX в., когда транспорт и непроизводственная деятельность потеснили промышленность в шкале загрязнителей, промышленное и сельскохозяйственное производство остаются одними из главных источников ухудшения окружающей среды. Рассмотрим несколько подробнее основные источники загрязнения окружающей среды.

**Производство энергии.** Основой развития любого региона или отрасли экономики является энергетика. Темпы роста производства, его технический уровень, производительность труда, а в конечном итоге уровень жизни людей в значительной степени определяются развитием энергетики.

Основными источниками загрязнения окружающей среды в энергетике являются тепловые электростанции. Наиболее характерно химическое и тепловое загрязнение. Если обычно его сжигание топлива бывает неполным, то при сжигании твердого топлива в котлах на ТЭС или ТЭЦ образуется большое количество золы, диоксида серы, канцерогенов. Они загрязняют окружающую среду и оказывают влияние на все компоненты природы. Например, диоксид серы, загрязняя атмосферу (табл. 13.3), вызывает кислотные дожди.

Кислотные дожди, в свою очередь, закисляют почву, снижая тем самым эффективность применения удобрений, изменяют кислотность вод, что сказывается на видовом многообразии водного сообщества. Существенно влияет  $\text{SO}_2$ , и на наземную растительность.

В целом же на энергетику по объему выброса в атмосферу приходится 26,6% общего количества выбросов всей промышленности России. В 1993 г. объем выброса вредных веществ в атмосферный воздух равнялся 5,9 млн т, из них пыль — 31 %, диоксид серы — 42%, окислы азота — 23,5%.

К другому источнику загрязнения окружающей среды в энергетике относится сброс загрязненных сточных вод в водоемы. В середине 90-х гг. XX в. в России из 1,5 млрд.  $\text{m}^3$  сточных вод, требующих очистки, нормативно-очищенными сбрасывалось около 12%.

Источником загрязнения подземных вод являются многочисленные золошлакоотвалы.

**Металлургическая промышленность.** Черная и цветная металлургия относится к самым загрязняющим природную среду отраслям. На долю металлургии приходится около 40% общероссийских валовых выбросов вредных веществ, из них по газообразным веществам — около 34%. по твердым — около 26%.

Черная металлургия является одним из крупных потребителей воды. Водопотребление ее составляет 12—15% общего потребления воды промышленными предприятиями страны. Около 60—70% сточных вод, образующихся в технологическом процессе, относятся к «условно чистым» стокам (имеют только повышенную температуру). Остальные сточные воды (30—40%) загрязнены различными примесями и вредными соединениями.

Одним из лидеров загрязнения окружающей среды продолжает оставаться *цветная металлургия*. В 1993 г. выбросы предприятия цветной металлургии составили 10,6% валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу всей промышленности России.

Загрязнение атмосферы предприятиями цветной металлургии характеризуется в первую очередь выбросами сернистого ангидрида (75% суммарного выброса в атмосферу), оксида углерода (10,5%) и пыли (10,4%).

На предприятиях цветной металлургии значительны объемы сточных вод. В 1993 г. сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты достигал 537,6 млн  $\text{m}^3$ , в том числе на предприятиях концерна «Норильский никель» — 132 млн  $\text{m}^3$ .

Сточные воды предприятий цветной металлургии загрязнены минеральными веществами, фторореагентами, большей частью токсичные (содержат цианиды, ксаногенты, нефтепродукты и т. д.), солями тяжелых металлов (меди, никеля, свинца, цинка и др.), мышьяком, сульфатами, хлоридами, сурьмой, фтором и другими.

Мощными источниками загрязнения почвенных покровов как по интенсивности, так и по разнообразию загрязняющих веществ являются крупные предприятия цветной металлургии. В городах, где размещены предприятия цветной металлургии, обнаруживаются в почвенном покрове тяжелые металлы нередко в количестве, превышающем ПДК в 2—5 раз и более.

**Химическая, нефтехимическая и целлюлозно-бумажная промышленность.** Эти отрасли относятся к одним из основных загрязнителей воздушного бассейна (углекислый газ, окись углерода, сернистый газ, углеводороды, соединения азота, хлора, мышьяка, ртути и т. д.), воды и почвы (нефть и продукты нефтехимии, фенолы и другие ядовитые вещества, сульфитные сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности и др.).

Предприятия химической и нефтехимической промышленности являются источниками загрязнения подземных вод металлами, метанолом, фенолом в концентрациях, достигающих нередко сотен тысяч ПДК на площадях в десятки квадратных километров, что приводит к невозможности использования водоносных горизонтов для питьевого водоснабжения.

**Транспортно-дорожный комплекс и связь.** Негативная роль транс-портно-дорожного комплекса в ухудшении качества окружающей среды в 70—90-е гг. XX в. постоянно возрастает. Из 35 млн т вредных выбросов 89% приходится на выбросы предприятий автомобильного транспорта и дорожно-строительного комплекса, 8% — на железнодорожный транспорт, около 2% — на автотранспорт и около 1 % — на водный транспорт.

Загрязнение атмосферы асфальтобетонными заводами имеет существенное значение, так как выбросы этих предприятий содержат канцерогенные вещества. В настоящее время эксплуатируемые асфальтосмесительные установки разной мощности выбрасывают в атмосферу от 70 до 300 т взвешенных веществ в год.

Негативным образом оказывается на здоровье людей возрастание общего электромагнитного фона, особенно в крупных промышленных центрах. Основными источниками электромагнитных полей являются радиотехнические объекты, телевизионные и радиолокационные станции, термические цеха, высоковольтные линии электропередач (ЛЭП-500, ЛЭП-750).

**Сельское и лесное хозяйство.** Производственная деятельность в сельском и лесном хозяйстве наиболее тесно связана с природной средой, так как она протекает непосредственно в природе. Однако с внедрением индустриальных методов и в этих отраслях произошли существенные изменения, которые неблагоприятно сказываются на среде. Механизация и химизация сельского хозяйства сопровождается загрязнением выхлопными газами атмосферного воздуха, загрязнением маслами, бензином дорог. Минеральные удобрения, особенно азотные и фосфорные, а также химические средства защиты растений (пестициды) загрязняют почву, воду, а в результате могут нанести вред здоровью людей.

Нерациональное землепользование вызывает эрозию почвы, а нерациональное ведение лесного хозяйства ведет к обезлесению, вызывающее в свою очередь изменения в растительном и животном мире, нередко приводящие к исчезновению некоторых видов растений и животных. Более подробно последствия производственной деятельности в сельском и лесном хозяйстве мы рассмотрим в разделах антропогенное воздействие на растительность и воздействие сельскохозяйственной деятельности человека на природу.

**Военно-промышленный комплекс.** Военно-промышленный комплекс (ВПК) относится к одному из основных природопользователей, влияние которого на окружающую среду обладает большой разрушительной силой. На окружающей среде деятельность ВПК негативно отражается не только во время войн, но и в мирное время.

#### 4 Понятие «предельно-допустимых концентраций» загрязняющих веществ

Определяющее значение для контроля и управления качеством окружающей среды имеют гигиенические нормативы, направленные в первую очередь на профилактику неблагоприятного воздействия загрязняющих веществ на здоровье человека.

*Санитарно-гигиенические нормативы* — это устанавливаемые в законодательном порядке, обязательные для исполнения всеми ведомствами, органами и организациями

допустимые уровни содержания химических и других соединений в объектах окружающей среды.

Норматив качества окружающей среды носит конкретный характер и основан на определенных признаках. К ним относятся:

- объект защиты, например, древесные растения, технологическое оборудование, человек и т. д.;
- среда, в которой нормируется и контролируется содержание вещества (воздух, вода, почва, биосубстраты человека (кровь, моча, волосы и т. д.);
- критерий вредности (появление заболеваний в разных формах у человека, включая потомство; снижение продуктивности, пищевой ценности растений; выход из строя технологического оборудования и т. д.);
- регламентируемая времененная характеристика (воздействие в течение всей жизни человека, в течение его рабочего стажа, в короткий промежуток времени, например, в аварийных ситуациях);
- последствия или «цена» норматива, к которым может привести отсутствие или превышение допустимого уровня.

Санитарно-гигиенические нормативы в течение длительного времени оставались единственными критериями качества окружающей среды. В настоящее время наряду с гигиеническими ПДК нормируются содержание вредных веществ в кормах, химический состав ирригационных вод, устанавливаются ПДК химических соединений в сточных водах, подаваемых на сооружения по биологической очистке, разрабатываются ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения. Разработаны ПДК химических соединений в воздухе особо охраняемых территорий, например, для усадьбы-заповедника «Ясная Поляна», предложены ПДК для защиты древесных растений от загрязнения.

Однако до настоящего времени гигиенические ПДК являются основным критерием качества окружающей среды и используются для оценки опасности экологической обстановки, расчета предельно допустимых выбросов и сбросов (ПДВ и ПДС), установления связи загрязнения окружающей среды с риском развития нарушения здоровья населения.

Гигиенические нормативы в связи со специфичностью и изменчивостью физико-химических свойств атмосферного воздуха, воды, почвы, пищевых продуктов растительного и животного происхождения, а также особенностями их воздействия на организм устанавливаются отдельно для каждого объекта или используется принцип разделения объектов санитарной охраны. Воздействие химических соединений может быть не только прямым, но и косвенным, например вследствие отказа населения от контролируемого водоисточника, ограничения водопользования и т. д. Следовательно, при нормировании химических соединений в тех или иных объектах должны учитываться различные виды неблагоприятных воздействий: влияние на органолептические показатели (внешний вид, запах, привкус и др.), рефлекторное действие, влияние на общесанитарные показатели (изменение численности сапрофитной микрофлоры, ее состав и др.), возможность миграции из одной среды в другую (переход вещества или его метаболита из почвы в воду, воздух, растения), санитарно-бытовой (изменение прозрачности атмосферы, бытовых условий проживания и т. д.), санитарно-токсикологический.

Установление окончательной величины ПДК проводится на основе принципа лимитирующего показателя вредности, в соответствии с которым величина норматива выбирается на уровне меньшей из значений концентрации, установленных по различным критериям вредности или используется принцип «слабого звена».

## 1. 10 Лекция №10 ( 2 часа).

**Тема:** : «Проблема загрязнения атмосферы»

### 1.10.1 Вопросы лекции:

- 1 «Кислотные дожди» и проблема трансграничных переносов
- 2 Проблема истощения озонового слоя атмосферы Земли
- 3 «Парниковый эффект»
- 4 Способы очистки газообразных выбросов

### 1.10.2 Краткое содержание вопросов: (

1. «Кислотные дожди» и проблема трансграничных переносов

Кислотные дожди – следствие нарушения круговорота веществ между атмосферой, гидросферой и литосферой.

Кислотность измеряется показателем pH, который выражается десятичным логарифмом концентрации водородных ионов. Облачная и дождевая вода в нормальных условиях должна иметь pH = 5,6 ... 5,7. Это зависит от растворения в ней атмосферного CO<sub>2</sub> с образованием слабой угольной кислоты. Но вот уже десятки лет над Северной Америкой и Европой выпадают дожди с содержанием в них кислот в десятки, сотни, тысячи раз большими. По содержанию кислоты современные дожди соответствуют сухому вину, а часто и столовому уксусу. Кислота в дождях вызвана растворением оксидов серы и азота и образованием соответствующих кислот.

Сернистый газ образуется и выбрасывается в атмосферу при сжигании угля, нефти, мазута, а так же при добычи цветных металлов из сернистых руд. А оксиды азота образуются при соединении азота с кислородом воздуха при высоких температурах, главным образом в двигателях внутреннего сгорания и котельных установках. Получение энергии – основы цивилизации и прогресса, увы, сопровождается закислением окружающей среды. Дело осложняется еще и тем, что трубы ТЭС стали расти в высоту. Их высота достигла 250 – 300 и даже 400 м. Количество выбросов в атмосферу не уменьшилось, но они теперь рассеиваются на огромных территориях, преодолевают большие расстояния, переносятся через государственные границы. В странах Скандинавии только 20 – 25 % всех кислотных дождей собственного происхождения, а остальное они получают от дальних и ближних соседей. Вследствие более частых западных ветров через западные границы Россия получает в 8 – 10 раз больше соединений серы и азота, чем от нас переносится в обратном направлении.

Закисление дождей, а затем почв и природных вод вначале протекало как скрытый, незаметный процесс.

Чистые, но уже подкисленные озера сохраняли свою обманчивую красоту. Лес выглядел таким же, как и раньше, но уже начались необратимые изменения.

При кислотных дождях чаще всего страдают пихта, ель, сосна, потому что смена хвои происходит реже, чем смена листьев и она накапливает больше вредных веществ за один и тот же период времени. У хвойных деревьев желтеет и опадает хвоя, изреживаются кроны, повреждаются тонкие корни. У лиственных пород изменяется окраска листьев, прежде всего опадает листва, гибнет часть кроны, повреждается кора. Не происходит естественное возобновление хвойных и лиственных лесов. Эти симптомы часто сопровождаются вторичными поражениями от насекомых и болезней деревьев. Поражение деревьев все в большей степени захватывает и молодые леса.

Воздействие сернистого газа и его производных на человека и животных проявляется прежде всего в поражении верхних дыхательных путей. Под влиянием сернистого газа и серной кислоты происходит разрушение хлорофилла в листьях растений, в связи с чем ухудшается фотосинтез и дыхание, замедляется рост, снижается качество древесных насаждений и урожайность сельскохозяйственных культур, а при более высоких и продолжительных дозах воздействия растительность погибает.

Так называемые «кислые» дожди вызывают повышение кислотности почв, что снижает эффективность применяемых минеральных удобрений на пахотных землях, приводит к выпадению наиболее ценной части видового состава на долголетних культурных сенокосах и пастбищах. Особенно подвержены влиянию кислых осадков дерново-подзолистые и торфяные почвы, широко распространенные в северной части Европы.

Еще больший ущерб несут сельскохозяйственные культуры. Повреждаются покровные ткани растений, изменяется обмен веществ в клетках, нарушается рост и развитие растений, уменьшается сопротивляемость к болезням и паразитам, снижаются доходы сельского хозяйства из-за падения урожайности культур. Кислота разрушает сооружения из мрамора и известняка. Эта судьба грозит Тадж-Махалу – шедевру индийской архитектуры периода Великих Монголов, в Лондоне – Тауэру и Вестминстерскому аббатству. Античная конная статуя римского императора Марка Аврелия, которая более четырех веков украшала знаменитую площадь на Капитолийском холме, построенная по проекту Микеланджело, «переехала» в реставрационные мастерские в 1981 г. Дело в том, что эта статуя работы неизвестного мастера, возраст которой составляет 1800 лет, «тяжело больна». Высокий уровень загрязнения атмосферы, выхлопные газы автомобилей, а также палиющие лучи солнца и дожди нанесли огромный ущерб бронзовой статуи императора.

Для снижения материального ущерба металлы, чувствительные к автомобильным выбросам, заменяют на алюминий; на сооружения наносят специальные газоустойчивые растворы и краски. Многие ученые видят в развитии автотранспорта и во всеобщем загрязнении воздуха крупных городов автомобильными газами главную причину увеличения заболевания легких.

## 2. Проблема истощения озонового слоя атмосферы Земли

Озоновый слой расположен в верхних слоях атмосферы (стратосфере) и содержит большое количество озона (O<sub>3</sub>). Он начинается на высотах около 8 км над полюсами и 17 км над экватором. Его назначение – поглощать коротковолновое ультрафиолетовое излучение. В 1985 г. специалисты по исследованию атмосферы из Британской Антарктической Службы сообщили о совершенно неожиданном факте: весеннее содержание озона в атмосфере над станцией Халли-Бей в Антарктиде уменьшилось за период с 1977 по 1984 г. на 40 %. Вскоре этот вывод подтвердили другие исследователи, показавшие также, что область пониженного содержания озона простирается за пределы Антарктиды и по высоте охватывает слой от 12 до 24 км, т.е. значительную часть нижней части стратосферы.

Фактически это означало, что в полярной атмосфере имеется озонная «дыра». В начале 80-х по измерениям со спутника «Нимбус-7» аналогичная дыра была обнаружена и в Арктике, правда она охватывала значительно меньшую площадь и падение уровня озона в ней было не так велико – около 9 %. В среднем на Земле с 1979 по 1990 г. содержание озона уменьшилось на 5 %. Это открытие обеспокоило как ученых, так и широкую общественность, поскольку из него следовало, что слой озона, окружающий нашу планету, находится в большей опасности, чем считалось ранее. Утончение этого слоя может привести к серьезным последствиям для человечества.

Впервые мысль об опасности разрушения озонного слоя была высказана еще в конце 60-х годов, тогда считалось, что основную опасность для атмосферного озона представляют выбросы водяного пара и оксидов азота (NO<sub>x</sub>) из двигателей сверхзвуковых транспортных самолетов и ракет. Однако, сверхзвуковая авиация развивалась значительно менее бурными темпами, чем предполагалось.

В 1974 г. М. Молина и Ф. Роулент из Калифорнийского университета в Ирвине показали, что хлорфторуглероды (ХФУ) могут вызывать разрушение озона. Начиная с этого времени, так называемая хлорфторуглеродная проблема стала одной из основных в

исследованиях по загрязнению атмосферы. Хлорфтоглероды уже более 60 лет используются как хладоагенты в холодильниках и кондиционерах, пропеленты для аэрозольных смесей, пенообразующие агенты в огнетушителях, очистители для электронных приборов, при химической чистке одежды, при производстве пенопластиков. Когда-то они рассматривались как идеальные для практического применения химические вещества, поскольку они очень стабильны и неактивны, а значит, не токсичны. Как это ни парадоксально, но именно инертность этих соединений делает их опасными для атмосферного озона. ХФУ не распадаются быстро в тропосфере (нижнем слое атмосферы, который простирается от поверхности земли до высоты 15 км), как это происходит, например, с большей частью оксидов азота, и в конце концов проникают в стратосферу, верхняя граница которой располагается на высоте около 50 км. Когда молекулы ХФУ поднимаются до высоты примерно 25 км, где концентрация озона максимальна, они подвергаются интенсивному воздействию ультрафиолетового излучения, которое не проникает на меньшие высоты из-за экранирующего действия озона. Ультрафиолет разрушает устойчивые в обычных условиях молекулы ХФУ, которые распадаются на компоненты, обладающие высокой реакционной способностью, в частности атомарный хлор. Таким образом ХФУ переносит хлор с поверхности Земли через тропосферу и нижние слои атмосферы, где менее инертные соединения хлора разрушаются, в стратосферу, к слою с наибольшей концентрацией озона. Очень важно, что хлор при разрушении озона действует подобно катализатору: в ходе химического процесса его количество не уменьшается. Вследствие этого один атом хлора может разрушить до 100 000 молекул озона прежде, чем будет dezактивирован или вернется в тропосферу. Сейчас выброс ХФУ в атмосферу исчисляется миллионами тонн, но следует заметить, что даже в гипотетическом случае полного прекращения производства и использования ХФУ немедленного результата достичь не удастся: действие уже попавших в атмосферу ХФУ будет продолжаться несколько десятилетий. Считается, что время жизни в атмосфере для двух наиболее широко используемых ХФУ фреон-11 (CFC13) и фреон-12 (CF2Cl2) составляет 75 и 100 лет соответственно.

В сентябре 1987 г. 23 ведущие страны мира подписали в Монреале конвенцию, обязывающую их снизить потребление ХФУ. Согласно достигнутой договоренности развитые страны должны к 1999 г. снизить потребление ХФУ до половины уровня 1986 г. Для использования в качестве пропелента в аэрозолях уже найден неплохой заменитель ХФУ – пропан-бутановая смесь. По физическим параметрам она практически не уступает фреонам, но, в отличие от них огнеопасна. Тем не менее такие аэрозоли уже производятся во многих странах, в том числе и в России.

Сложнее обстоит дело с холодильными установками – вторым по величине потребителем фреонов. Дело в том, что из-за полярности молекулы ХФУ имеют высокую теплоту испарения, что очень важно для рабочего тела в холодильниках и кондиционерах. Лучшим известным на сегодня заменителем фреонов является аммиак, но он токсичен и все же уступает ХФУ по физическим параметрам. Неплохие результаты получены для полностью фторированных углеводородов. Во многих странах ведутся разработки новых заменителей и уже достигнуты неплохие практические результаты, но полностью эта проблема еще не решена.

В 1982 г. Обухов А. М. В работе «Контроль и чистота воздушного бассейна» сообщил: «...в настоящее время ежегодные выбросы загрязняющих примесей антропогенного происхождения в атмосферу в ряде случаев уже сопоставимы с равновесным содержанием в воздухе. Так равновесное содержание СО – 600 ... 700 млн. т/г. Выбросы угарного газа составили: 50-е годы – 200 млн. т/г.; 70-е годы – 700 млн. т/г. И при сохранении темпов роста к 2000 г. достигнут 2000 млн. т/г.».

### 3. «Парниковый эффект»

Систематические наблюдения за содержанием диоксида углерода в атмосфере показывают его рост. Известно, что CO<sub>2</sub> в атмосфере, подобно стеклу в оранжерее, пропускает лучистую энергию Солнца к поверхности Земли, оно задерживает инфракрасное (тепловое) излучение Земли и тем самым создает так называемый тепличный (парниковый) эффект.

Глобальные изменения климата тесно связаны с загрязнением атмосферы промышленными отходами и выхлопными газами. Влияние человеческой цивилизации на климат Земли – реальность, последствия которой ощущаются уже сейчас. Ученые считают, что сильная жара в 1988 г. и засуха в США – в какой-то мере следствия так называемого эффекта – глобального потепления атмосферы земли в результате повышения содержания в ней углекислого газа из-за вырубки лесов, поглощающих его, и сжигание такого топлива, как уголь и бензин, при котором происходит выброс этого газа в атмосферу. Углекислый газ и другие загрязнители действуют подобно пленке или стеклу в парниках: они пропускают солнечное тепло к Земле идерживают его здесь. В целом температура на земле в первые 5 мес 1988 г. была выше, чем в любой аналогичный период за те 130 лет, как ведутся измерения. Можно утверждать, что причиной изменения температуры стало давно ожидавшееся глобальное потепление, связанное с загрязнением окружающей среды. Тенденция к потеплению является не естественным явлением, а следствием парникового эффекта.

На 80-е гг., указали ученые, пришли четыре самых теплых года последнего столетия, и 1988 г. побил все предыдущие рекорды. Компьютерные прогнозы обещают дальнейшие потепления в 90-е гг. и в новом тысячелетии.

Как известно, главным по значению «парниковым» газом является водяной пар. За ним следуют углекислый газ, обеспечивающий в 80-х гг. 49 % дополнительного по сравнению с началом прошлого века увеличения парникового эффекта, метан (18 %), фреоны (14 %), закись азота N<sub>2</sub>O (6 %). На остальные газы приходится 13 %.

Изменение климата ученые связывают с изменениями содержания в атмосфере «парниковых» газов. Известно, как менялся химический состав атмосферы 160 тыс. лет. Эти сведения получены на основе анализа состава пузырьков воздуха в ледниковых кернах, извлеченных с глубины до 2 км на станции «Восток» в Антарктиде и в Гренландии. Найдено, что в теплые периоды концентрации CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> были примерно в 1,5 раза выше, чем в холодные ледниковые. Эти результаты подтверждают высказанное в 1861 г. Дж. Тиндалем предположение о том, что историю изменения климата Земли можно объяснить изменениями концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере.

Из антропогенных источников поступления CO<sub>2</sub> в атмосферу основной вклад дают предприятия энергетики, работающие на ископаемом топливе, транспортные средства и собственно население. Например, воздушный лайнер за 7 ч полета сжигает около 35 т O<sub>2</sub>, легковой автомобиль сжигает 1 т O<sub>2</sub>, каждые 1,5 тыс. км пробега. Примерно такое же количество CO<sub>2</sub> выбрасывается в атмосферу.

В спокойном состоянии человек пропускает через легкие 10 – 11 тыс. дм<sup>3</sup> воздуха в сутки, тогда как при физических нагрузках и повышении температуры воздуха потребность в кислороде может возрасти в 3 – 6 раз. Соответственно население планеты выделяет в год более 6 млрд. т CO<sub>2</sub>. С учетом домашних животных эта цифра по меньшей мере удвоится. Тем самым чисто биологический вклад в увеличение содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере оказывается соизмеримым с промышленным выбросом углекислого газа.

В результате лишь производственной деятельности в 1987 г. в атмосферу было выброшено 22 млрд. т CO<sub>2</sub>, из которых на долю США приходится – 23 %, СССР – 19 %, Западной Европы – 13,5 %, Китая – 8,7 %. Наряду с ростом потребления ископаемого топлива увеличение содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере может быть связано с уменьшением массы наземной растительности. Особенно сказывается вырубка высокопродуктивных лесов в странах Южной Америки и Африке. Скорость уничтожения лесов – легких

планеты – растет, и к концу столетия при нынешних темпах площадь лесов уменьшится на 20 – 25 %.

Предсказывают, что увеличение содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере на 60 % от современного уровня может вызвать повышение температуры земной поверхности на 1,2 – 2,0 °C. Существование же обратной связи между величиной снежного покрова, альbedo и температурой поверхности должно привести к тому, что изменения температуры могут быть еще большими и вызвать коренное изменение климата на планете с непредсказуемыми последствиями.

Если сегодняшний уровень потребления ископаемых топлив сохранится до 2050 г., то концентрация CO<sub>2</sub> в атмосфере возрастет вдвое. В отсутствии других факторов это приведет к повышению температуры поверхности Земли на 3 °C.

К сожалению, растет содержание в атмосфере не только CO<sub>2</sub> но и других «парниковых» газов, в частности N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, а также CH<sub>4</sub>, фреонов и других органических веществ. Если темпы роста концентрации «парниковых» газов сохранятся на теперешнем уровне, то к 2020 г. загрязнение атмосферы будет соответствовать эквивалентному удвоению содержания CO<sub>2</sub>. Удвоение концентрации метана приведет к повышению температуры земной поверхности на 0,2 – 0,3 °C. Увеличение концентрации фреонов в тропосфере в 20 раз приведет к возрастанию температуры поверхности на 0,4 – 0,5 °C. Увеличение температуры на 1 °C произойдет при одновременном удвоении содержания CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, и N<sub>2</sub>O.

В то же время климатологи считают значительным изменением средней температуры даже на 0,1 °C, а увеличение температуры на 3,5 °C – критическим.

Глобальное потепление приведет к заметному перемещению в более высокие широты основных географических зон Северного полушария. Зона тундры, в частности, будет постепенно исчезать при продвижении в более высокие широты лесов. Несомненно, что потепление окажет существенное влияние на континентальные и морские льды.

Площадь ледников на территории РФ будет сокращаться и многие из них сравнительно быстро исчезнут. Заметно сократится площадь зоны вечной мерзлоты. Ледяной покров Северного Ледовитого океана в следующем столетии или будет полностью разрушен, или его заменит сравнительно тонкий лед, который будет возникать зимой и таять летом.

Хотя перечисленные здесь черты ожидаемого изменения природных условий на территории нашей страны сравнительно благоприятны для народного хозяйства, из-за быстрого изменения климата они могут привести к существенным трудностям, в особенности если изменения не будут учтены при долгосрочном планировании хозяйственной деятельности.

Парниковый эффект нарушит климат планеты, изменив такие критически важные переменные величины, как осадки, ветер, слой облаков, океанические течения и размеры полярных ледниковых шапок. Хотя последствия для отдельных стран далеко не ясны, ученые уверены в общих тенденциях. Внутренние районы континентов станут суще, а побережья влажнее. Холодные сезоны станут короче, а теплые длиннее. Усиление испарения приведет к тому, что почва станет суще на обширных площадях.

Одна из наиболее широко обсуждаемых и вызывающих страх последствий парникового эффекта – это прогнозируемое повышение уровня моря в результате повышения температуры. Большинство ученых считают, что этот подъем будет относительно постепенным, создавая проблемы в основном в странах с большой численностью населения, живущего на уровне или ниже уровня моря, в таких, как Нидерланды и Бангладеш. Что касается географических районов, то парниковый эффект может оказать наибольшее влияние в высоких широтах северного полушария. Снег и лед отражают солнечный свет в космическое пространство, не позволяя температуре повышаться. Но в связи с потеплением на всем земном шаре плавающий арктический лед начнет таять, в результате чего для отражения останется меньше снега и льда.

#### 4 Способы очистки газообразных выбросов

Все направления защиты воздушного бассейна объединяются в четыре группы:

1) санитарно-технические мероприятия – сооружения сверхвысоких дымовых труб; установка газопылеочистного оборудования; герметизация технологического и транспортного оборудования;

2) технологические мероприятия – создание малоотходных и безотходных технологий. Реальная экономика – это высокие технологии;

3) планировочные мероприятия – создание санитарно-защитных зон; оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом розы ветров; расположение промышленных предприятий за городской чертой; озеленение территории промышленных предприятий и городов;

4) контрольно-запретительные мероприятия – установление ПДК и ПДВ загрязнителей; запрещение производства отдельных токсичных веществ (ДДТ); автоматизированный контроль за выбросами.

Эффективный путь снижения вредных выбросов в атмосферу — внедрение безотходных и малоотходных производств и технологических процессов, повышение эффективности действующих установок очистки воздуха, внедрение замкнутых воздушных циклов с частичной рециркуляцией воздуха. Промышленные агрегаты, особенно вновь вводимые, должны быть оборудованы пыле- и газоулавливающими средствами. Классификация пылеулавливающих систем основана на принципиальных особенностях процесса очистки.

Применяемое в этих целях оборудование разделяют на четыре группы: сухие и мокрые пылеуловители, тканевые (матерчатые) фильтры и электрофильтры. Выбор того или иного типа оборудования зависит от вида пыли, ее физико-химических свойств, дисперсного состава и общего содержания в воздухе.

От характера протекания физико-химических процессов методы очистки промышленных отходов делят на следующие группы: промывка выбросов растворителями примеси (метод абсорбции, рис. 10.1), промывка выбросов растворами реагентов, связывающих примеси химически (метод хемосорбции); поглощение газообразных примесей твердыми активными веществами (метод адсорбции, рис. 10.2); поглощение примесей с применением катализаторов

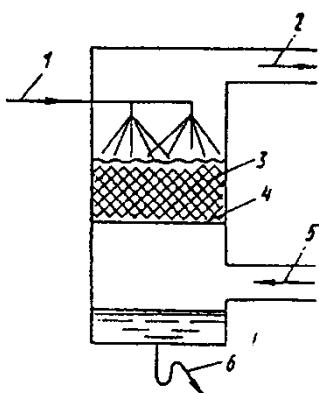


Рис. 10.1. Схема абсорбера

1 — абсорбент; 2 — очищенный поток; 3 — насадка; 4 — сетка; 5 — загрязненный поток; 6 — выброс в канализацию

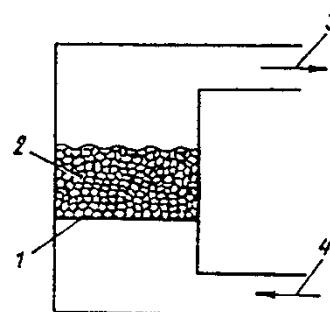


Рис. 10.2. Схема адсорбера

1 — сетка; 2 — адсорбент; 3 — очищенный поток; 4 — загрязненный поток

Более эффективно применять полностью или частично замкнутые воздушные циклы. Таким образом, загрязненный воздух удаляется от оборудования и из зоны дыхания рабочих. Пройдя через пылеуловители, он частично выбрасывается в атмосферу. Эффективность схем и методов очистки воздуха возрастает, если они являются составной

частью технологического оборудования. Улавливание вредных для окружающей среды веществ позволяет сохранить ценные готовые продукты и сырье во многих отраслях промышленности. Так, улавливание серы из отходящих газов Магнитогорского комбината (Челябинская область) обеспечивает санитарную очистку и одновременно дает возможность получить многие тысячи тонн серной кислоты в год по сравнительно дешевой цене. Улавливание цемента позволило отказаться от сооружения нескольких заводов. Подобные примеры можно продолжить.

В улучшении воздушной среды городов и поселков большое значение имеют архитектурные и планировочные мероприятия. Структура планировки должна способствовать улучшению микроклимата и защите воздушного бассейна. Необходимо учитывать основные источники загрязнения окружающей среды — промышленные объекты и установки, автомобильные дороги, аэропорты и аэродромы, железные дороги, телецентры, ретрансляторы, радиостанции, электростанции, ЛЭП, дискомфортные природно-климатические условия, организацию очистки и утилизацию отходов и т. д. В зависимости от вредности выбрасываемых в атмосферу веществ и степени их очистки в ходе технологического процесса промышленные предприятия делятся на пять классов. Для предприятий первого класса устанавливается санитарно-защитная зона шириной 1000 м, второго — 500, третьего — 300, четвертого — 100 и пятого — 50 м. В зоне допускается расположение пожарных депо, бань, прачечных, гаражей, складов, административно-служебных зданий, торговых помещений и т. д., но не жилых домов. Территория этих зон обязательно должна быть озеленена. Роль зеленых насаждений и лесопарковых массивов в городах многогранна. Зеленые насаждения являются биофильтром, отфильтровывают вредные примеси, радиоактивные частицы, поглощают шум.

## 1.11 Лекция №11 (2 часа).

**Тема:** «Особенности, виды и источники загрязнения гидросферы»

### 1.11.1. Вопросы лекции:

- 1 Загрязнение поверхностных пресных вод
- 2 Загрязнение грунтовых вод
- 3 Загрязнение мирового океана
- 4 Способы очистки сточных вод

### 1.11.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1 Загрязнение поверхностных пресных вод

Из общего количества воды на Земле столь нужная для человечества пресная вода составляет немногим более 2% общего объема гидросферы, или примерно 28,25 млн км<sup>3</sup>

Стоки попадающие в поверхностные воды, содержат бензин, керосин, топливные и смазочные масла, бензол, толуол, ксилолы, жирные кислоты, фенолы, глицериды, стероиды, пестициды и металлоорганические соединения. Перечисленные соединения составляют около 90% и выше от суммарного количества всех органических примесей. В числе других веществ, загрязняющих окружающую среду, можно назвать нитросоединения, асфальты, воски, твёрдые парафины, карбонильные и сернистые соединения, хлорированные углеводороды и бифенилы, а также соли органических кислот.

Легкие НП (например, бензин) частично растворяются в воде, но в основном образуют с водой эмульсии, тяжелые НП (минеральные масла и смазки) попадают на дно водоёмов и накапливаются в донных осадках.

Бензин находят в химических стоках не очень часто вследствие его ценности как топлива и высокой летучести. Другими словами, его выбрасывают лишь в случае

крайней необходимости и он быстро улетучивается. Иногда бензин попадает в сточные воды при чистке реакторов и других ёмкостей, используемых в промышленности; обычно при этом он смешан с низкосортным керосином. Он может оказаться в канализации также при аварийных сбросах.

Керосин является смесью насыщенных углеводородов  $C_{12} - C_{20}$ , кипящих в интервале 175-325°C. К минеральным маслам относятся как горючие, так и смазочные масла. Они представляют собой остатки от переработки нефти и состоят из большого числа компонентов с 18-20 и более атомами углерода в молекуле, кипящих от 350°C и выше. Смесь содержит примерно 20-25% нормальных и разветвлённых парафинов, 40-50% алкилнафтенов, 20% алкилированных ароматических углеводородов и 10% асфальтенов. Соотношение компонентов зависит от типа масла.

Минеральные масла попадают в сточные воды многочисленными путями. В последние годы смазки и масла получили печальную известность из-за того вреда, который они причиняют окружающей среде при больших утечках. Ещё одна проблема связана с тем, что эти вещества легко загрязняют канализационные трубопроводы и решетки.

Помимо разливов нефти в результате различных аварий основное загрязнение воды нефтепродуктами создаётся за счёт сточных вод нефтеперерабатывающих заводов и нефтехимических предприятий (например, главным компонентом стока нефтеперегонного завода являются органические вещества, т.е. относящиеся к НП углеводороды различных классов).

Имеются довольно точные данные о видах и источниках образования химических отходов и отходов нефтеперерабатывающих заводов, не подлежащих дальнейшей переработке. Такие отходы отвозятся на свалки или попадают в сточные воды предприятий.

Источниками опасных отходов являются многие отрасли промышленности, в том числе – добыча нефти и газа. Но главную опасность представляют собой химическая и нефтехимическая промышленность (до 62%). Токсичные химические вещества становятся опасными, если они из сточных вод или опасных отходов на химических свалках просачиваются в грунтовые воды и попадают в источники питьевой воды. Токсичные вещества из близко расположенных мест их сбора могут проникать в индивидуальные колодцы, используемые для получения питьевой воды в небольших городах, посёлках и деревнях.

Попадающие в природные воды из различных источников, нефтяные загрязнения имеют тенденцию к рассеиванию и миграции. При этом в поверхностных водах состав НП под влиянием испарения и интенсивного протекания химического и биологического разложения претерпевает за короткий срок быстрые изменения, а в подземных водах, наоборот, процессы разрушения НП заторможены.

## 2 Загрязнение грунтовых вод

Грунтовые воды, дающие половину потребляемой воды в стране, подвергаются опасности загрязнения токсичными веществами из мест сброса и захоронения промышленных и городских отходов.

Загрязнение грунтовых вод, особенно органическими соединениями, стало главной проблемой, связанной с размещением опасных отходов на территории страны. К таким отходам относятся различные токсичные вещества, огнеопасные отходы, а также отходы, вызывающие коррозию или химически активные в ином отношении. Иногда их можно возвращать в производство и использовать повторно, подвергать химической обработке, превращать в компосты или сжигать. Однако чаще всего применяется захоронение их на свалках.

Можно разработать безопасные хранилища отходов, но все они должны находиться под контролем в течение достаточно долгого времени, а может быть, и постоянно, чтобы была уверенность в отсутствии утечки опасных химикатов.

Серьезные трудности возникают с сотнями старых свалок и хранилищ отходов, разбросанных по всей стране, из которых постоянно происходит утечка загрязнений в грунтовые воды. Для обеспечения средств, необходимых для очистки этих старых свалок, принято решение о создании специального резервного фонда.

Не менее важна проблема загрязнения грунтовых вод нефтью из подземных нефтехранилищ. Эти хранилища были построены в основном несколько десятилетий назад и в настоящее время из-за коррозии начали давать утечки. В ряде районов страны становится серьезной проблема загрязнения грунтовых вод пестицидами, применяемыми в сельском хозяйстве, солью, которой посыпают дороги и тротуары, а также буровыми растворами. Высокая стоимость очистки загрязненных вод и медленное естественное обновление их делают особенно необходимыми меры, предупреждающие их загрязнение. Во многих регионах уже составляются карты бассейнов грунтовых вод и разработка планов их защиты.

Токсичные неорганические вещества, способные загрязнять питьевую воду, включают кадмий, мышьяк, свинец, нитраты и ртуть. Озабоченность вызывают также минеральные вещества, которые могут быть причиной сердечно-сосудистых заболеваний (а возможно, и предупреждать их).

Опасные химикаты попадают в питьевую воду из трех главных источников: это пестициды, применяемые в сельском хозяйстве, отходы, содержащие такие соединения, как полихлорированные бифенилы, и обработка питьевой воды хлором. Последняя процедура способствует появлению в воде хлоруглеводородов, которые, возможно, обладают канцерогенным действием.

Безопасность питьевой воды гарантируется национальными стандартами, в которых устанавливаются максимально допустимые уровни десяти неорганических веществ, семи органических соединений, бактерий кишечной группы, мутности воды и ее радиоактивности. Тем не менее дополнительные исследования приводят к выводу, что проблемы питьевой воды все еще актуальны, особенно в сельских местностях.

### 3 Загрязнение Мирового океана

Угрожающие размеры принимает загрязнение морей и всего Мирового океана, которому в условиях современной цивилизации отведена роль гигантской мусорной свалки. Реки выносят большую часть поступающих в них стоков в моря. В составе речного стока и атмосферных выпадений в разные части океана попадает 100 млн т тяжелых металлов. Почти 70% загрязнений морской среды связано с наземными источниками, поставляющими промышленные стоки, мусор, химикаты, пластмассы, нефтепродукты, радиоактивные отходы. К числу наиболее опасных загрязнителей морей относятся нефть и нефтепродукты. Общее загрязнение ими Мирового океана превысило 6 млн т в год, причем из всех источников вклад судоходства (включая аварии танкеров) стал уже выше поступления с материковым стоком: соответственно 35% и 31%. Каждая тонна нефти покрывает тонкой пленкой порядка 12 км<sup>2</sup> водной поверхности. По оценкам специалистов, нефтью уже загрязнена 1/5 акватории Мирового океана. Нефтяная пленка приводит к гибели живых организмов, млекопитающих и птиц, нарушает процессы фотосинтеза и, следовательно, газообмен между гидросферой и атмосферой.

Все внутренние моря Российской Федерации испытывают интенсивную антропогенную нагрузку, как на самой акватории, так и в результате техногенного воздействия на водосборном бассейне. К охарактеризованному выше стоку загрязненной волжской воды в Каспийское море добавляется непосредственное его загрязнение морским нефтепромыслом. Концентрация нефтепродуктов и фенолов в акваториях северного и восточного Каспия составляет 4-6 ПДК, а у берегов Азербайджана - 10-16

ПДК! Нефтепродуктами сильно загрязнены все европейские моря - Средиземное, Северное, Балтийское.

Степень загрязнения морской воды принято характеризовать классом качества с 1 по 7 с соответствующей оценкой от «очень чистая» до «чрезвычайно грязная». Морские воды Черноморского побережья от Анапы до Сочи характеризуются как загрязненные (IV класс) и умеренно загрязненные (III класс). Воды восточной части Финского залива Балтийского моря относятся к грязным (V класс) и очень грязным (VI класс). Во многих морях превышены ПДК нефтяных углеводородов, фенолов, аммонийного азота, пестицидов, СПАВ, ртути. Особую озабоченность вызывает захоронение радиоактивных отходов в северных морях.

#### 4 Способы очистки сточных вод

В реках и других водоемах происходит естественный процесс самоочищения воды. Однако он протекает медленно. Пока промышленно- бытовые сбросы были невелики, реки сами справлялись с ними. В наш индустриальный век в связи с резким увеличением отходов водоемы уже не справляются со столь значительным загрязнением. Возникла необходимость обезвреживать, очищать сточные воды и утилизировать их.

**Очистка сточных вод - обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ.** Освобождение сточных вод от загрязнения- сложное производство. В нем, как и в любом другом производстве имеется сырье (сточные воды) и готовая продукция (очищенная вода)

Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические, когда же они применяются вместе, то метод очистки и обезвреживания сточных вод называется комбинированным. Применение того или иного метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей.

Сущность механического метода состоит в том, что из сточных вод путем отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решетками, ситами, песколовками, септиками, навозоуловителями различных конструкций, а поверхностные загрязнения - нефтеловушками, бензомаслоуловителями, отстойниками и др. Механическая очистка позволяет выделять из бытовых сточных вод до 60-75% нерастворимых примесей, а из промышленных до 95%, многие из которых как ценные примеси, используются в производстве.

Химический метод заключается в том, что в сточные воды добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Химической очисткой достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%.

При физико-химическом методе обработки из сточных вод удаляются тонко дисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества, чаще всего из физико-химических методов применяется коагуляция, окисление, сорбция, экстракция и т.д. Широкое применение находит также электролиз. Он заключается в разрушении органических веществ в сточных водах и извлечении металлов, кислот и других неорганических веществ. Электролитическая очистка осуществляется в особых сооружениях - электролизерах. Очистка сточных вод с помощью электролиза эффективна на свинцовых и медных предприятиях, в лакокрасочной и некоторых других областях промышленности.

Загрязненные сточные воды очищают также с помощью ультразвука, озона, ионообменных смол и высокого давления, хорошо зарекомендовала себя очистка путем хлорирования.

Среди методов очистки сточных вод большую роль должен сыграть биологический метод, основанный на использовании закономерностей биохимического и

физиологического самоочищения рек и других водоемов. Есть несколько типов биологических устройств по очистке сточных вод: биофильтры, биологические пруды и аэротенки.

В биофильтрах сточные воды пропускаются через слой крупнозернистого материала, покрытого тонкой бактериальной пленкой. Благодаря этой пленке интенсивно протекают процессы биологического окисления. Именно она служит действующим началом в биофильтрах.

В биологических прудах в очистке сточных вод принимают участие все организмы, населяющие водоем.

Аэротенки - огромные резервуары из железобетона. Здесь очищающее начало - активный ил из бактерий и микроскопических животных. Все эти живые существа бурно развиваются в аэротенках, чему способствуют органические вещества сточных вод и избыток кислорода, поступающего в сооружение потоком подаваемого воздуха. Бактерии склеиваются в хлопья и выделяют ферменты, минерализующие органические загрязнения. Ил с хлопьями быстро оседает, отделяясь от очищенной воды. Инфузории, жгутиковые, амебы, коловратки и другие мельчайшие животные, пожирая бактерии, неслипающиеся в хлопья, омолаживают бактериальную массу ила.

Сточные воды перед биологической очисткой подвергают механической, а после нее для удаления болезнетворных бактерий и химической очистке, хлорированию жидким хлором или хлорной известью. Для дезинфекции используют также другие физико-химические приемы (ультразвук, электролиз, озонирование и др.).

Биологический метод дает большие результаты при очистке коммунально-бытовых стоков. Он применяется также и при очистке отходов предприятий нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, производстве искусственного волокна.

## 1. 12 Лекция № 12 ( 2 часа).

**Тема:** «Твердые бытовые отходы и способы их утилизации»

### 1.12.1 Вопросы лекции:

- 1 Характеристика состава и происхождения ТБО
- 2 Утилизация ТБО на полигонах
- 3 Сжигание ТБО
- 4 Вторичное использование твердых отходов

### 1.12.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1 Характеристика состава и происхождения ТБО

**Твёрдые бытовые отходы (ТБО)** или **мусор** представляет собой вышедшую из употребления продукцию, которая утратила свои потребительские характеристики. Из года в год объем **твердых бытовых отходов** увеличивается приблизительно на три процента. Если брать статистику по странам бывшего Советского Союза, то Россия ежегодно выбрасывает четвертую часть всего объема **бытовых отходов** из общего показателя по этим странам – до 25 млн.т.

Существуют различные способы утилизации мусора. Их исследованием и анализом занимается гарбология - наука, получившая свое название от английского слова garbage, что в переводе означает «мусор». Другое название науки – мусорология, т.е. одна из областей экологии, которая рассматривает и анализирует все направления, которые касаются промышленных или **бытовых отходов**, эффективного **сбора, вывоза, утилизации или переработки полимерных, бумажно-картонных или металлических отходов**, а также биоотходов, ядовитых, химических и других специфических видов отходов. Любопытно, что, согласно проведенному популярным в научном мире журналом

«Popular Science» анализу наихудших научных профессий, четвертое место в рейтинге было отдано именно мусорологии.

**Твердые бытовые отходы** состоят из различных, неоднородных по составу, свойствам, происхождению элементов:

- **картонно-бумажные отходы** (периодические издания из бумаги и картона, рекламные брошюры, картонные упаковки);
- **полимерные отходы (пластмассы, пленка, пластик);**
- биоотходы (пища и растительные отходы);
- металлолом (черные и цветные металлы);
- ветошь (текстильные отходы, тряпки, одежда);
- стеклянные и стеклокерамические отходы (лампочки, бутылки, посуда, сантехника);
- древесные отходы (фанера, опилки, древесина, плиты ДСП);
- строительные отходы;
- кожаные и резиновые отходы (обувь, шины...).

Состав **твердых бытовых отходов** рассматривается по различным признакам и свойствам: плотности, размеру, температуре плавления, химическому составу, что отражается на способе **сбора и вывоза отходов**, способе дальнейшей **переработки вторсырья** и разделения.

В разных населенных пунктах и в разных странах **твердые бытовые отходы** имеют существенные отличия, поскольку на их состав влияет, в немалой степени, уровень доходов населения, климатические отличия и общая благоустроенность. Важную роль в составе отходов играет и сам принцип **сбора и вывоза мусора**, наличие **приемных пунктов вторсырья** в населенном пункте, времена года. Конец лета – осень определяют значительный рост объемов пищевых отходов, что совершенно предсказуемо. С увеличением продолжительности светового дня наблюдается рост **картонно-бумажных и полимерных отходов**.

Приоритетами направлений при переработке ТБО могут выступать:

1. Компостирование;
- 2 Сжигание (с использованием энергии);
3. Захоронение.

Во всех странах мира, без исключения, неизбежно возрастают количество твердых бытовых отходов. Например, в настоящий момент они составляют на душу населения 200-800 кг за один год. В США объем образования ТБО на душу населения увеличился в 1,8 раз. И это изменение произошло за 36 лет.

## 2 Утилизация ТБО на полигонах

В настоящее время утилизация мусора и ТБО (твердых бытовых отходов) происходит путём сжигания его в печах мусоросжигательных заводов или путём захоронения в специально предназначенных для этого местах. При этом заводы должны быть оснащены новейшим оборудованием, которое поможет наиболее эффективно защитить атмосферу от выброса в неё вредных для здоровья летучих веществ. А вывоз и захоронение тбо на полигонах должны производиться только после рассортировки, поскольку необходимо, чтобы мусор перегнивал самостоительно (без дополнительного вмешательства) и превращался в грунт. Продуманная утилизация мусора и ТБО (твердых бытовых отходов) поможет сохранить не только нормальную экологическую обстановку в городе, но и дает выброшенному материалу вторую жизнь.

Главной проблемой, с которой сталкиваются и государство, и частные фирмы, оказывающие такую услугу как утилизация и вывоз тбо – это сортировка видов мусора. Мусорные свалки растут, образуются сотни гектар загрязненной земли с постоянно увеличивающимися горами гниющих отходов из-за того, что сортировки ТБО перед отгрузкой на полигоны практически не происходит. Вместе с пищевыми отходами лежат

упаковки и тары, созданные по новым технологиям. Они могут лежать годами без каких-либо изменений потому, что практически не способны к разложению. Если мы хотим, чтобы утилизация тбо (твердых бытовых отходов) происходила качественнее и быстрее, то сортировка мусора должна происходить на этапе отправки его в мусорное ведро еще в квартире. Отдельно должны находиться пищевые отходы, пластик, стекло, бумага, металл. Согласитесь, что миллионы людей даже об этом не задумываются, собираясь что-либо выкинуть. И в мусорное ведро попадает всё без разбора. Гораздо удобнее и выгоднее подход с сортировкой еще до того, как начнется утилизация мусора и захоронение ТБО. Рабочие на мусороперерабатывающих заводах будут сразу заниматься переработкой отдельных материалов, а не медленно разбирать гниющую массу, разделяя разные виды отходов.

Все отходы, образованные на территории города поступают сначала на мусоросортировочный комплекс (МСК), затем депонируются на современном полигоне ТБО. Депонирование отличается от привычного захоронения тем, что отходы с полигонов компании «Эко-Система» в перспективе можно извлечь с полигона и направить на глубокую переработку.



**1 этап. Взвешивание и радиационный контроль.** Взвешивание и радиационный контроль мусоровозов с ТБО.

**2 этап. Выгрузка.** Отходы транспортируются в приемное отделение производственного корпуса и выгружаются в бункеры. Из бункеров специальные погрузчики перемещают мусор на горизонтальные ленточные транспортеры.

**3 этап. Отбор крупногабаритных отходов и строительного мусора.** В приемном отделении производится отбор крупногабаритного мусора (стиральных машин, холодильников, мебели, аккумуляторов, пластика в виде задних стенок телевизоров и бытовой техники, пенопласти, черного и цветного металла и др.). Строительный мусор, ветки деревьев, крупногабаритный мусор поступает в цех для измельчения и дробления.

**4 этап. Отделение инертных фракций.** По наклонному конвейеру, отходы поступают на вибростолы, где из отходов отделяются инертные фракции, песок, камни и т.п. и по конвейеру подаются в пресс для дальнейшего прессования.

**5 этап. Сортировка на конвейере.** Оставшиеся отходы с вибростолов попадают на ленточный конвейер в сортировочную кабину, где с двух сторон оборудованы посты ручного отбора вторсырья. На сортировочном конвейере последовательно отбираются полезные фракции (вторичное сырье) с последующим прессованием:

картон, бумага, газета, текстиль, полиэтилен высокого и низкого давления, полиэтиленовая канистра, лента стрейч, крепежная лента, пенопласт, твердая пластмасса, ПЭТ- бутылка светлая и коричневая, стеклянная посуда и битое стекло, алюминиевая банка, мешки биг-бэг, пенопласт, пластик всех видов и др.

При помощи магнитных сепараторов, установленных над горизонтальным конвейером в сортировочной кабине, из ТБО извлекаются жестяная банка и черный металл, которые затем прессуются.

Прессование вторичного сырья и «хвостов» производится высоконадежным оборудованием.

Посты ручного отбора размещены в закрытой отапливаемой галерее, в которую подается кондиционированный воздух. Над столом сортировки (над сортировочным конвейером) устанавливаются бактерицидные лампы.

**6 этап. Прессование и транспортировка на полигон для захоронения.** Оставшиеся отходы («хвосты»), не подлежащие переработке, по конвейеру попадают в пресса для брикетирования с автоматической обвязкой тюков проволокой, а затем транспортируются на полигон для захоронения.

**7 этап. Захоронение «хвостов» на полигоне.** Отходы («хвосты») с мусоросортировочного комплекса перевозят на полигон в брикетированном виде снимаются с автомашины и укладываются на теле полигона автопогрузчиком с захватом. Запрессованные отходы в виде брикетов размером в 1 куб.м укладываются на полигоне послойно в три-четыре ряда, затем пересыпаются землей.

**Преимущества применяемой технологии в решении экологических проблем:**

- прессование «хвостов» (остатков ТБО после сортировки) уменьшает площадь полигона
- полигоны из прессованных тюков не дымят и не горят, выделение фильтрата – минимально.
- выделение биогаза сокращается и газ улавливается
- эксплуатационные затраты по размещению отходов уменьшаются.

### 3. Сжигание ТБО

Опыт показывает, что для крупных городов с населением более 0,5 млн. жителей целесообразнее всего использовать термические методы обезвреживания ТБО.

Термические методы переработки и утилизации ТБО можно подразделить на три способа:

- слоевое сжигание исходных (неподготовленных) отходов в мусоросжигательных котлоагрегатах (МСК);
- слоевое или камерное сжигание специально подготовленных отходов (освобожденных от балластных фракций) в энергетических котлах совместно с природным топливом или в цементных печах;
- пиролиз отходов, прошедших предварительную подготовку или без нее.

**Слоевое сжигание ТБО в котлоагрегатах.** При данном способе обезвреживания сжигаются все поступающие на завод отходы без какой-либо предварительной подготовки или обработки. Метод слоевого сжигания исходных отходов наиболее распространен и изучен. Однако при сжигании выделяется большое количество загрязняющих веществ, поэтому все современные мусоросжигательные заводы оборудованы высокоэффективными устройствами для улавливания твердых и газообразных загрязняющих веществ, стоимость их достигает 30% кап. затрат на строительство МСЗ.

**Пиролизные установки.** В Академии коммунального хозяйства разработан проект установки и нестандартное оборудование для высокотемпературного пиролиза производительностью 800 кг/ч перерабатываемых ТБО. Основные узлы установки: реактор, воздухоподогреватель, охладитель газов, система газоочистки, система автоматического регулирования, газоходы и воздуховоды, вентилятор и дымосос. Первая в стране опытно-промышленная установка пиролиза некомпостируемых частей бытовых отходов (НБО) мощностью 30 тыс. т в год по перерабатываемому сырью, входящая в состав Ленинградского завода МПБО, проектировалась институтом «ГипроКоммунстрой» и «ЛенНИИГипрохим» на основании технологического регламента разработанного

«ВНИИНефтехим». В комплекс установки входят три основных корпуса: подготовительный, приемный и дробильный.

В результате процесса пиролиза из сырья образуются парогазовая смесь и твердый углеродистый остаток (пирокарбон). Парогазовая смесь очищается от пыли в циклоне и далее проходит последовательно через конденсатор, в котором газовая фаза отделяется от жидких продуктов пиролиза (смеси смолы и воды). Газообразные продукты направляются вентилятором на сжигание в специальную топку.

Пирокарбон из пиролизного барабана через шлюзовой питатель выгружается на конвейер с погружными скребками и охлаждающей водяной рубашкой под днищем. Расфасованный в бумажные мешки пирокарбон отправляется на склад готовой продукции.

Таковы на сегодняшний день термические методы обработки твердых бытовых отходов.

#### 4. Вторичное использование твердых отходов

В настоящее время в России образуется около 130 млн. м<sup>3</sup> (26...28 млн. т) твердых бытовых отходов (ТБО) в год [1]. Около 65 % морфологического состава ТБО представляет собой потенциальное сырье для повторного использования в промышленности и/или в строительстве. Однако сортировка (извлечение из массы ТБО ценных компонентов для вторичного использования) предварительно смешанных и привезенных в едином мусоровозе ТБО позволяет извлечь из их состава промышленным путем на мусоросортировочных станциях не более 11-15% вторичных ресурсов.

Использование отдельных фракций отходов как вторичного сырья [2]:

- 1) позволяет сберегать первичные ресурсы (например, использование одной тонны стеклобоя заменяет почти полторы тонны первичного сырья, при производстве из стеклобоя нового продукта экономится 75 % тепловой энергии и 50 % чистой воды [3]. Переработка макулатуры требует в два раза меньше энергии. Повторное использование бумаги уменьшает использование воды на 60 %, энергии — на 40 % [4]);
- 2) приводит к значительному сокращению площадей, отводимых под свалки и полигоны ТБО;
- 3) процесс производства вторичного сырья экологически более безопасный (загрязнение воздуха при повторном использовании бумаги снижается на 74 %, воды — на 35 % [4]).

С переходом страны к рыночной экономике главным критерием при выборе отходов, направляемых на переработку, и методов их переработки является то, что извлеченные фракции должны представлять собой высококачественное вторичное сырье, переработка которого в местных условиях позволяет получить продукцию, пользующуюся спросом, и обеспечивающую высокую рентабельность производства (например, фракции, использующиеся в качестве вторичного сырья, лом черных и цветных металлов высококачественные марки макулатуры и т.п.) [2].

И хотя в ряде случаев сбор и переработка отходов экономически выгодны, в большинстве случаев — рентабельность переработки невысокая и за висит от существующей экономической ситуации и местных условий. Полный сбор и утилизация отходов, несмотря на экономию материальных и энергетических ресурсов, в настоящее время убыточны из-за высоких затрат ручного труда на сбор, сортировку и первичную обработку отхода, а также из-за высоких транспортных расходов [2]. В странах Европейского Союза и других развитых странах налажена система управления ТБО. Не посредственно населением сортируются некоторые виды отходов и часть затрат на переработку отходов во вторичное сырье возмещается государством, а в России этого пока нет. И поэтому по количеству возврата в производство, всего 0,1 %, Россия сильно отстает от других развитых стран мира, например, в странах Европы эта доля составляет до 50 %, в Японии — 60 %. Доля макулатуры в производстве бумаги и картона в Италии возросла до 47 %, а в Дании до 62 % [3]. Чтобы добиться подобных результатов, в нашей

стране необходимы государственные решения и финансирование, а также работа с населением.

## 1. 13 Лекция №13 ( 2 часа).

Тема: «Радиоактивное загрязнение»

### 1.13.1 Вопросы лекции:

- 1 Опасность радонового загрязнения
- 2 Радиоактивное загрязнение от антропогенных источников
- 3 Последствия аварий на АЭС
- 4 Проблема утилизации радиоактивных отходов

### 1.13.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Опасность радонового загрязнения

В настоящее время остаётся актуальной проблема облучения людей радиоактивным газом радоном. Ещё в XVI веке отмечена большая смертность горняков Чехии, Германии. В 50 – е годы XX века появились объяснения этому факту. Было доказано, что радиоактивный газ радон, присутствующий в шахтах урановых рудников, оказывает губительное действие на организм человека. Интересно проследить, как изменилось отношение к проблеме влияния радона в наши дни.

По оценкам учёных радон – 222 с точки зрения вклада в суммарную дозу облучения в 20 раз мощнее других изотопов. Этот изотоп изучается больше других и называется просто радоном. Основными источниками радона являются почва и строительные материалы.

Все строительные материалы, почва, земная кора содержат радионуклиды радия – 226 и тория – 232. В результате распада этих изотопов возникает радиоактивный газ – радон. Кроме этого при  $\alpha$  – распадах образуются ядра, находящиеся в возбуждённом состоянии, которые переходя в основное состояние испускают  $\gamma$  – кванты. Эти  $\gamma$  – кванты формируют радиоактивный фон помещений, в которых мы находимся. Интересен тот факт, что радон, являясь инертным газом, не образует аэрозолей, т.е. не присоединяется к пылинкам, тяжёлым ионам и т.д. Из – за химической инертности и большого периода полураспада радон – 222 может мигрировать по трещинам, порам почвы и породы на большие расстояния, причём длительно (около 10 дней).

Долго вопрос о биологическом влиянии радона оставался открытым. Оказалось, что при распаде все три изотопа радона образуют дочерние продукты распада (ДПР). Они являются химически активными. Большая часть ДПР, присоединяя электроны, становятся ионами, легко присоединяются к аэрозолям воздуха, становясь его составной частью. Принцип регистрации радона в воздухе основан на регистрации ионов ДПР. Попадая в дыхательные пути ДПР радона, вызывают радиационные повреждения лёгких и бронхов.

Какими путями радон появляется в воздухе. Проанализировав данные можно выделить следующие источники атмосферного радона:

Таблица 2

Источники радона	Мощность выделения $10^{12}$ Бк/год
Выход из почвы	$740 \cdot 10^5$
Грунтовые воды	$185 \cdot 10^5$
Океан	$111 \cdot 10^4$
Фосфатные отходы	$740 \cdot 10^2$
Угольные отходы	740
Сжигание угля	33,3
Природный газ	370

Радон освобождается из почвы и воды повсюду, однако в разных точках земного шара его концентрация в наружном воздухе различна. Средний уровень концентрации радона в воздухе примерно равен 2 Бк/м<sup>3</sup>.

Оказалось, что основную часть дозы обусловленную радоном человек получает находясь в закрытом, непроветренном помещении. В зонах с умеренным климатом концентрация радона в закрытом помещении примерно в 8 раз выше, чем в наружном воздухе. Поэтому нам было интересно узнать, что является основным источником радона в доме. Анализ данных печати приведён в таблице:

Таблица 3

Источники радона в доме	Доля от общего поступления, %
Почва и породы под зданием	70
Внешний воздух	13
Строительные материалы	7
Вода	5
Природный газ	4

Из приведённых данных следует, что объёмная активность радона в воздухе помещений формируется в основном из почвы. Концентрация радона в почве определяется содержанием в ней радионуклидов радия-226, тория-228, строением почвы и влажностью. Строение и структура земной коры определяет диффузионные процессы атомов радона, их миграционную способность. Миграция атомов радона увеличивается с увеличением влажности почвы. Эмиссия радона из почвы имеет сезонный характер.

Повышение температуры вызывает расширение пор в почве, а следовательно, увеличивает выделение радона. Кроме того, повышение температуры усиливает испарение воды, с которой в окружающее пространство выносится радиоактивный газ радон. Повышение атмосферного давления способствует проникновению воздуха вглубь почвы, концентрация радона при этом падает. Напротив, при понижении внешнего давления богатый радоном грунтовый газ устремляется к поверхности и концентрация радона в атмосфере увеличивается.

В связи с наблюдаемым сегодня в мире строительным бумом опасность радонового заражения необходимо учитывать при выборе и строительных материалов, и мест постройки домов.

Оказывается, что глинозем, применяющийся десятилетиями в Швеции, кальций-силикатный шлак и фосфоргипс, широко использовавшиеся при изготовлении цемента, штукатурки, строительных блоков, также обладают высокой радиоактивностью. Однако основным источником радона в помещениях являются не строительные материалы, а грунт под самим домом, даже если этот грунт содержит вполне приемлемую активность радия - 30-40 Бк/м<sup>3</sup>. Наши дома построены как бы на губке, пропитанной радоном! Расчеты показывают, что если в обычной комнате объемом 50 м<sup>3</sup>, присутствует всего 0,5 м<sup>3</sup> почвенного воздуха, то активность радона в ней составляет 300-400 Бк/м<sup>3</sup>. То есть дома представляют собой коробки, улавливающие радон, «выдыхаемый» землей.

## 2. Радиоактивное загрязнение от антропогенных источников

Радиоактивный фон нашей планеты складывается из четырех основных компонентов:

- излучения, обусловленного космическими источниками;
- излучения от рассеянных в окружающей среде первичных радионуклидов;
- излучения от естественных радионуклидов, поступающих в окружающую среду от производств, не предназначенных непосредственно для их получения;
- излучения от искусственных радионуклидов, образованных при ядерных взрывах и вследствие поступления отходов от ядерного топливного цикла и других предприятий, использующих искусственные радионуклиды.

Первые два компонента определяют естественный радиационный фон. Третий компонент определяется как техногенноизмененный радиационный фон и формируется, главным образом, за счет выбросов естественных радионуклидов при сжигании органического топлива, поступления их при внесении минеральных (в первую очередь, фосфорных) удобрений и их содержания в строительных конструкциях и материалах.

Искусственные радионуклиды попадают в окружающую среду при испытаниях ядерного оружия и работе предприятий ядерного топливного цикла.

С 1945 по 1980 г. в атмосфере было испытано 423 ядерных устройства. При этом образовалось и было выброшено в окружающую среду огромное количество радионуклидов. Большая доля глобального радиоактивного загрязнения окружающей среды обусловлена выпадениями из стратосферы. Средняя продолжительность тропосферных осадков составляет около 30 сут., а территория загрязнения от них - от нескольких сот до тысяч километров.

Научный комитет ООН по действию атомной радиации (НКДАР) выделяет 21 радионуклид, которые вносят тот или иной вклад в дозу облучения населения. Среди них особо опасными являются 8 радионуклидов. Это (в порядке уменьшения вклада в дозу)  $^{14}\text{C}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{131}\text{I}$ .

При этом внутреннее облучение организма формируется за счет  $^{14}\text{C}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , кроме того, выделяются  $^{85}\text{Kr}$ ,  $^{81}\text{Sr}$ , плутоний и трансплутониевые элементы, поступающие в организм человека с водой, продуктами питания, воздухом.

Внешнее облучение формируется главным образом такими радионуклидами, как  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{103}\text{Ru}$ ,  $^{140}\text{Ba}$  и  $^{137}\text{Cs}$ .

Если исключить взрывы атомных устройств и аварийные ситуации, то основным источником радиационного воздействия на биосферу являются предприятия ядерного топливно-энергетического цикла (ЯТЦ) в штатном режиме.

Важнейшей особенностью ЯТЦ является то, что в процессах производства энергии на АЭС и переработки отработанного топлива образуется большое количество опасных искусственных радионуклидов. Основная часть радиоактивных отходов ЯТЦ имеет высокую удельную активность. Некоторые из радионуклидов имеют значительные (от сотен до миллионов и более лет) периоды полураспада. Это предопределяет необходимость надежной изоляции высокоактивных отходов ЯТЦ от биосферы.

Наиболее значимый вклад в загрязнение биосферы дают долгоживущие радионуклиды  $^{14}\text{C}$ ,  $^{85}\text{Kr}$ ,  $^3\text{T}$ ,  $^{129}\text{I}$ . Это обусловлено высокой миграционной способностью, приводящей к их рассеиванию на большие расстояния за время, меньше периодов полураспада. Из всего количества четырех радионуклидов, поступающих в биосферу с отходами ЯТЦ до 70-80%  $^{14}\text{C}$  приходится на стадию переработки облученного топлива на радиохимическом заводе, остальная часть - на АЭС. 99%  $^{85}\text{Kr}$ ,  $^3\text{T}$ ,  $^{129}\text{I}$  выбрасывается при переработке топлива и около 1% - с АЭС.

К основным проблемам радиационной безопасности для окружающей среды при работе ЯТЦ в штатном режиме можно отнести следующие:

1. Возможное увеличение отрицательных последствий за счет стохастических эффектов, особенно в зонах влияния действующих АЭС.

2. Влияние инертных газов на биоту. Известно, что радиоактивный йод концентрируется в щитовидной железе, другие изотопы, еще недавно считавшиеся безвредными, накапливаются в клеточных структурах - хлоропластах, митохондриях, клеточных мембранах. Их влияние на метаболизм еще не до конца изучено.

3. Нерегулируемый выброс радионуклида криптона-85 в атмосферу от АЭС и предприятий по переработке отработанных ТВЭЛ. Уже сейчас ясна его роль в изменении электропроводности атмосферы и формировании парникового эффекта. Уже сейчас его содержание в миллионы раз превышает содержание в доядерную эпоху и прибывает 5% ежегодно.

4. Накопление в пищевых цепях радиоактивность излучения Н. Он связывается протоплазмой клеток и тысячекратно накапливается в пищевых цепях. При распаде он превращается в гелий и испускает сильное в-излучение, вызывая генетические нарушения. Содержание трития в хвое деревьев в районе дислокации АЭС (США) в десятки раз выше, чем в удалении от них.

5. Накопление углерода-14 в биосфере. Предполагается, что оно ведет к резкому замедлению роста деревьев. Такое замедление роста фиксируется на Земле повсеместно и может быть связано с 25% увеличением содержания С в атмосфере по сравнению с доядерной эпохой.

6. Образование трансурановых элементов. Особенно опасным является  $^{239}\text{Pu}$ .

### 3. Последствия аварий на АЭС

Последствия радиационных аварий в основном оцениваются масштабом и степенью радиационного воздействия и радиоактивного загрязнения, а также составом радионуклидов и количеством радиоактивных веществ в выбросе.

В первоначальный период после аварии наибольший вклад в общую радиоактивность вносят радионуклиды с коротким периодом полураспада. В последующем спад активности определяется нуклидами с большим периодом полураспада от нескольких сот суток до тысяч лет.

Радиоактивному воздействию подвергаются люди, животные, растения и приборы, чувствительные к излучениям, сооружения, коммуникации, оборудование, транспортные средства, имущество, материалы и продовольствие, сельскохоз. угодья природная среда.

Радиационное воздействие на человека состоит в ионизации тканей его тела и возникновении лучевой болезни различных степеней.

Радиационное воздействие на персонал и население характеризуется величинами доз внешнего и внутреннего облучения.

Радиоактивное загрязнение среды характеризуется поверхностной плотностью радиоактивного вещества.

В результате радиоактивного загрязнения выводятся из хозяйственного оборота сельскохозяйственные и промышленные предприятия, элементы инфраструктуры, жилье, объекты соцкультбыта, сельскохозяйственные и лесные угодья, водоемы и подземные источники воды, территории с разнообразными объектами природы.

Любая крупная радиационная авария сопровождается двумя принципиально различающимися между собой видами возможных медицинских последствий:

- радиологическими последствиями, которые являются результатом непосредственного воздействия ионизирующего излучения;
- различными расстройствами здоровья (общими, или соматическими расстройствами), вызванными социальными, психологическими или стрессорными факторами, т. е. другими повреждающими факторами аварии нерадиационной природы.

Радиологические последствия (эффекты) различаются по времени их проявления: ранние (не более месяца после облучения) и отдаленные, возникающие по истечении длительного срока (годы) после радиационного воздействия.

Последствия облучения организма человека заключаются в разрыве молекулярных связей; изменении химической структуры соединений, входящих в состав организма; образовании химически активных радикалов, обладающих высокой токсичностью; нарушении структуры генетического аппарата клетки. В результате изменяется наследственный код и происходят мутагенные изменения, приводящие к возникновению и развитию злокачественных новообразований, наследственных заболеваний, врожденных пороков развития детей и появлению мутаций в последующих поколениях. Они могут быть соматическими (от греч. *soma* — тело), когда эффект облучения возникает у облученного, и наследственными, если он проявляется у потомства.

Наиболее чувствительны к радиационному воздействию кроветворные органы (костный мозг, селезенка, лимфатические узлы), эпителий слизистых оболочек (в частности, кишечника), щитовидная железа. В результате действия ионизирующих излучений возникают тяжелейшие заболевания: лучевая болезнь, злокачественные новообразования и лейкемии.

Радиоактивное загрязнение окружающей среды является наиболее важным экологическим последствием радиационных аварий с выбросами радионуклидов, основным фактором, оказывающим влияние на состояние здоровья и условия жизнедеятельности людей на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению. Основными специфическими явлениями и факторами, обуславливающими экологические последствия при радиационных авариях и катастрофах, служат радиоактивные излучения из зоны аварии, а также из формирующегося при аварии и распространяющегося в приземном слое облака (облаков) загрязненного радионуклидами воздуха; радиоактивное загрязнение компонентов окружающей среды.

#### 4 Проблема утилизации радиоактивных отходов

Проблема утилизации радиоактивных отходов уже более 50-ти лет находится в центре внимания специалистов и всего общества, однако за это время не только не найдено приемлемого способа ее решения, но наоборот, сегодня она кажется все более и более неразрешимой

Если на заре атомной эры основной массив радиоактивных отходов состоял из продуктов производства, эксплуатации и вторичной переработки рабочих материалов ядерных установок исследовательского, энергетического и военного назначения, то в настоящее время их номенклатура значительно расширилась за счет самих этих технических устройств, обслуживающей их инфраструктуры и территорий, на которых они расположены, включая и проживающих там людей. Атомная индустрия, захлебнувшаяся в своих отходах, уже превратилась в один общий радиоактивный "отход" реакций ядерного синтеза-распада, которые живут собственной, неуправляемой физической жизнью в глубине кристаллов атомных реакторов, смертоносного вещества, пока "спящих", ядерных и термоядерных боезарядов и в земных толщах многочисленных радиоактивных могильников.

Вопрос обращения с радиоактивными отходами предполагает оценку различных категорий и методов их хранения, а также разные требования в отношении защиты окружающей среды. Целью ликвидации является изоляция отходов от биосфера на чрезвычайно длительные периоды времени, обеспечение того, что остаточные радиоактивные вещества, достигающие биосфера, будут в незначительных концентрациях в сравнении, например, с естественным фоном радиоактивности, а также обеспечение уверенности в том, что риск при небрежном вмешательстве человека будет очень мал. Захоронение в геологическую среду, широко предлагается для достижения этих целей.

Однако, существует множество разнообразных предложений относительно способов захоронения радиоактивных отходов, например:

- Долговременное наземное хранилище,
- Глубокие скважины(на глубине несколько км),
- Плавление горной породы(предлагалось для отходов, выделяющих тепло)
- Прямое закачивание(подходит только для жидких отходов),
- Удаление в море,
- Удаление под дно океана,
- Удаление в зоны подвижек,
- Удаление в ледниковые щиты,
- Удаление в космос

Некоторые предложения еще только разрабатываются учеными разных стран мира, другие уже были запрещены международными соглашениями. Большинство ученых, исследующих данную проблему, признают наиболее рациональной возможность захоронения радиоактивных отходов в геологическую среду.

Проблема РАО - составная часть «Повестки дня на XXI век», принятой на Всемирной встрече на высшем уровне по проблемам Земли в Рио-де-Жанейро (1992) и «Программы действий по дальнейшему осуществлению «Повестки дня на XXI век», принятой Специальной сессией Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций (июнь 1997 г.). В последнем документе, в частности, намечена система мер по совершенствованию методов обращения с радиоактивными отходами, по расширению международного сотрудничества в этой области (обмен информацией и опытом, помочь и передача соответствующих технологий и др.), по ужесточению ответственности государств за обеспечение безопасного хранения и удаления РАО.



Основные стадии обращения с радиоактивными отходами

В некоторых случаях хранение может осуществляться главным образом по техническим соображениям, например, хранение радиоактивных отходов, содержащих в основном короткоживущие радионуклиды, в целях их распада и последующего сброса в санкционированных пределах или хранение радиоактивных отходов высокого уровня активности до их захоронения в геологических формациях в целях уменьшения тепловыделения.

- **Предварительная обработка** отходов является первоначальной стадией обращения с отходами. Она включает сбор, регулирование химического состава и дезактивацию и к ней может относиться период промежуточного хранения. Эта стадия очень важна, так как во многих случаях в ходе предварительной обработки представляется наилучшая возможность для разделения потоков отходов.

- **Обработка** радиоактивных отходов включает операции, цель которых состоит в повышении безопасности или экономичности посредством изменения

характеристик радиоактивных отходов. Основные концепции обработки: уменьшение объёма, удаление радионуклидов и изменение состава. Примеры:

- сжигание горючих отходов или уплотнение сухих твёрдых отходов;
- выпаривание, фильтрация или ионный обмен потоков жидких отходов;
- осаждение или флокуляция химических веществ.
- **Кондиционирование** радиоактивных отходов состоит из таких операций, в процессе которых радиоактивным отходам придают форму, приемлемую для перемещения, перевозки, хранения и захоронения. Эти операции могут включать иммобилизацию радиоактивных отходов, помещение отходов в контейнеры и обеспечение дополнительной упаковки. Общепринятые методы иммобилизации включают отверждение жидких радиоактивных отходов низкого и среднего уровней активности путём их включения в цемент (цементирование) или битум (битумирование), а также остекловывание жидких радиоактивных отходов. Иммобилизованные отходы в свою очередь в зависимости от характера и их концентрации могут упаковываться в различные контейнеры, начиная от обычных 200-литровых стальных бочек до имеющих сложную конструкцию контейнеров с толстыми стенками. В многих случаях обработка и кондиционирование проводятся в тесной связи друг с другом.

• **Захоронение** главным образом состоит в том, что радиоактивные отходы помещаются в установку для захоронения при соответствующем обеспечении безопасности без намерения их изъятия и без обеспечения долгосрочного наблюдения за хранилищем и технического обслуживания. Безопасность в основном достигается посредством концентрации и удержания, что предусматривает изоляцию надлежащим образом концентрированных радиоактивных отходов в установке для захоронения.

## 1. 14 Лекция №14 ( 2 часа).

**Тема:** «Методы контроля загрязняющих веществ »

### 1.14.1 Вопросы лекции:

- 1 Экологический мониторинг
- 2 Химические методы анализа
- 3 Пробоподготовка в анализе объектов окружающей среды
- 4 Методы определения загрязняющих веществ

### 1.14.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1.Экологический мониторинг

Для оценки негативных изменений среды осуществляют экологический мониторинг – систему наблюдений и контроля за изменениями в составе и функциях различных экологических систем.

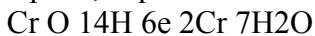
Экологический мониторинг – это серьезная и сложная проблема. Уровни его организации различны. Он может осуществляться в глобальном, национальном, региональном или локальных масштабах. Существует фоновый и импактный мониторинг. В то же время изучение и контроль состояния окружающей среды включают исследование таких природных ресурсов, как разнообразные воды, воздух, почвы, совокупность этих систем с точки зрения определения в них загрязняющих химических веществ, нарушающих сложившееся экологическое равновесие в природе. Здесь четко просматривается сущность обсуждаемой проблемы: с этой точки зрения можно поговорить и о химическом мониторинге. Без химического анализа здесь не обойтись. Речь идет о химико-аналитическом исследовании с помощью различных методов аналитической химии – науки о методах анализа.

Результаты аналитических определений и измерений рассматриваются уже в рамках экологического мониторинга. Это дает информацию о загрязнении биосфера различными несвойственными природе загрязняющими веществами, которые называют ксенобиотиками. Данные экологического мониторинга используют для всестороннего анализа состояния окружающей среды и определения стратегии управления им, для регулирования качества природной среды. Степень ответственности здесь очень велика, поскольку указанные факторы, и в первую очередь химические, способны вызывать геохимические изменения: возможно изменение климата, закисление природных вод кислотными дождями, загрязнение Мирового океана и нарушение баланса углекислоты в нем, нарушение озонового слоя.

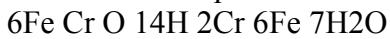
## 2.Химические методы анализа

Глубоким содержанием наполнен перечень обобщенных показателей при мониторинге вод, характеризующих их общую загрязненность. Ими являются химическое потребление кислорода (ХПК), биохимическое потребление кислорода (БПК), общий органический углерод, растворенный органический углерод, общий азот, адсорбирующиеся органические галогениды.

Рассмотрим важнейшие из них – ХПК и БПК. ХПК – мера общей загрязненности воды содержащимися в ней органическими и неорганическими восстановителями, реагирующими с сильным окислителем. Ее обычно выражают в молях эквивалента кислорода, израсходованного на реакцию:



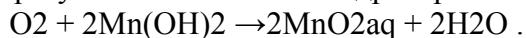
Остаток дихромата оттитровывается стандартным раствором соли Fe (II):



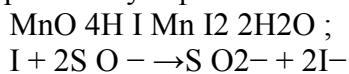
Поскольку ХПК не характеризует все органические загрязнители, окисляемые до углекислоты и воды, проводят еще определение общего органического углерода. Для этого в пробе окисляют органические загрязнители. Выделяющийся CO<sub>2</sub> поглощают раствором щелочи. Оттитровав остаток щелочи кислотой, находят искомый показатель. Вычислив отношение

ХПК к общему углероду, получают показатель загрязненности сточных вод органическими веществами.

БПК – это количество кислорода, требующееся для окисления находящихся в воде веществ в аэробных условиях в результате происходящих в воде процессов. Для его определения отбирают две пробы воды. В первой сразу же определяют содержание растворенного кислорода. К пробе добавляют раствор соли Mn (II) и аммиак, в результате чего образуется окислитель – гидратированная форма диоксида марганца:



Далее вводят избыток иодида калия и выделившийся иод оттитровывают раствором тиосульфата:



Вторую пробу закрывают и оставляют на 2, 3, 5, 10 или 15 суток. Далее, действуя описанным выше способом, находят остаток кислорода. Разность между первым и вторым определениями дает БПК.

Приведенные примеры иллюстрируют применение в экологическом мониторинге классических химических методов анализа. Особенно велика роль в экологическом мониторинге современных методов аналитической химии, называемых инструментальными.

## 3.Пробоподготовка в анализе объектов окружающей среды

Специфика объектов окружающей среды как объектов химического анализа заставляет подчеркнуть их изменяющийся состав, многокомпонентность и многофазность.

Известным примером может быть ключевая роль оксидов азота в образовании фотохимического смога, усиливающегося под влиянием азота и углеводородов. Множество протекающих в природной среде химических, биохимических и биогеохимических процессов предопределяет чрезвычайную сложность химико-аналитических исследований. Это необходимо учитывать при анализе жидких сред: растворов, суспензий, эмульсий, летучих и нелетучих твердых веществ, газов; при определении различных неорганических и органических веществ, исследований живого вещества.

Принципиально важны пробоотбор, сохранение и консервация проб и пробоподготовка, необходимые для переведения всех компонентов пробы в форму, удобную для проведения анализа. Для этого используют все способы, применяемые в химическом анализе: измельчение твердых образцов, растворение, обработку реактивами, нагревание – все для полного извлечения определяемых компонентов. Например, при учете всех форм нахождения металлов в водах можно определить растворимые, суспендированные, общие и экстрагирующие металлы. Необходимо учитывать также способность ионов тяжелых металлов к гидролизу и гидролитической полимеризации и лигандный состав природных вод – наличие гуминовых кислот и, следовательно, формы существования в них металлов.

Сложность почв как объекта анализа определяется их гетерогенным и многофазным характером. Минеральная основа, органические и биологические компоненты: гумусовые вещества, почвенные растворы и воздух – вот объекты анализа в этом случае. К ним следует прибавить еще и оказывающие наиболее сильный загрязняющий эффект минеральные удобрения, пестициды и продукты их превращения.

При определении следов веществ чувствительности применяемых инструментальных аналитических методов иногда бывает недостаточно. В этом случае применяют различные способы аналитического концентрирования:

экстракционное концентрирование, дистилляцию, соосаждение, использование криогенных ловушек. Например, органические загрязнители присутствуют в питьевой воде в очень малых количествах порядка 0,000001 мг/дм<sup>3</sup>. Для выполнения определений их необходимо сконцентрировать. Летучие органические вещества извлекают из вод потоком инертного газа и улавливают твердыми адсорбентами. Далее нагреванием осуществляют их термическую десорбцию и переносят сконцентрированные компоненты и ловушки в газовый хроматограф. Нелетучие органические вещества экстрагируют органическими растворителями. Экстракти анализируют методами высокоеффективной жидкостной хроматографии. Экстракцию веществами, находящимися в сверхкритическом состоянии, упрощают приготовлением концентрата, используют при извлечении поликлинических ароматических и гетероциклических углеводородов, пестицидов, диоксидов из твердых образцов, например почв.

#### 4. Методы определения загрязняющих веществ

Для решения этой задачи используют инструментальные методы современной аналитической химии, основанные на измерении различных физических свойств определяемых веществ или продуктов химических превращений с помощью физических и физико-химических приборов. Результат измерения, несущий химико-аналитическую информацию, часто называют аналитическим сигналом.

Спектроскопические методы анализа основаны на использовании взаимодействия атомов или молекул определяемых веществ с электромагнитным излучением широкого диапазона энергии. Это могут быть гамма-кванты, рентгеновское излучение, ультрафиолетовое и видимое инфракрасное и радиоволновое излучение. Сигналом может быть испускание или поглощение излучения. Важнейшими для экологического мониторинга, по-видимому, являются нейтронно-активационный, рентгеноспектральный и атомно-эмиссионный анализы.

Ценную информацию в анализе вод представляют электрохимические методы анализа: потенциометрия, полярографические и кулонометрические методы.

Исключительно мощное средство контроля загрязнения различных объектов окружающей среды – хроматографические методы, позволяющие анализировать сложные смеси компонентов. Наибольшее значение приобрели тонкослойная газожидкостная и ионная хроматография. Будучи несложной по технике выполнения, тонкослойная хроматография хороша при определении пестицидов и других органических соединений-загрязнителей. Газожидкостная хроматография эффективна при анализе многокомпонентных смесей летучих органических веществ. Применение различных детекторов, например малоизбирательного детектора по теплопроводности – катарометра и избирательных – пламенно-ионизационного, электронного захвата позволяет достигать высокой чувствительности при определении высокотоксичных соединений.

Высокоэффективную жидкостную хроматографию применяют при анализе смесей многих загрязняющих веществ.

Используя высокочувствительные детекторы, спектрофотометрические, флуориметрические, можно определять очень малые количества веществ. При анализе смеси сложного состава особенно эффективно сочетание хроматографии с инфракрасной спектрометрией и особенно с масс-спектрометрией. В последнем случае роль детектора играет подключенный к хроматографу масс-спектрометр. Обычно приборы такого типа оснащены мощным компьютером. Так определяют пестициды, диоксины, нитрозоамины и другие токсичные вещества. Ионная хроматография удобна при анализе катионного и анионного состава вод.

Для определения содержания SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO и других газов в атмосферном воздухе применяют отечественные газоанализаторы различных типов: «Платон-1» (AsH<sub>3</sub>); «Гамма-М» (бензол); «Палладий-М3» (CO); «Нитрон» (NO<sub>2</sub>); «Сирена-2» (NH<sub>3</sub>).

Чтобы контролировать концентрацию загрязнителей меньше ПДК необходимы мощные информативные и чувствительные методы анализа, ибо «отсутствие компонента» еще не означает его действительное отсутствие. Возможно, концентрация настолько мала, что традиционными методами его определить невозможно. Действительно, охрана окружающей среды – вызов аналитической химии.

## **1. 15 Лекция №15 ( 2 часа).**

**Тема: «Природоохранные мероприятия »**

### **1.15.1 Вопросы лекции:**

1 Классификация природоохранных мероприятий

2 Малоотходные и безотходные технологии

3 Основные направления высоких технологий

### **1.15.2 Краткое содержание вопросов:**

1 Классификация природоохранных мероприятий

Промышленные предприятия и трудовые коллективы экономически не заинтересованы в осуществлении активной природоохранной деятельности, в осуществлении мероприятий по рациональному природопользованию. Оценка эффективности по хозяйственной деятельности осуществляется на основе системы экономических показателей.

Важнейшими из них являются объем выпуска продукции, прибыль. Однако, без учета эффективности природоохранных мероприятий не может быть достигнута народнохозяйственная эффективность промышленных предприятий.

Природоохранные мероприятия – все виды хозяйственной деятельности, направленные на снижение отрицательного антропогенного воздействия на окружающую среду, на сохранение, улучшение и рациональное использование природно- ресурсного

потенциала страны. Они достаточно разнообразны и по своему назначению объединяются в 3 группы.

Одноцелевые. Их цель – полное исключение или уменьшение промышленного загрязнения окружающей среды.

Природоохраный эффект таких мероприятий обусловлен установкой на предприятиях стандартной природоохранной техники; разработкой и внедрением новых более эффективных методов очистки; внесением определенных изменений в технологию, приводящих к уменьшению загрязнения.

Вторая группа природоохраных мероприятий объединяет одноцелевые ресурсосберегающие исследования, цель которых экономия сырья, топлива и энергии. Это достигается внедрением новых технологий, позволяющих снижать нормы расхода сырья и энергии, уменьшить потери при транспортировке и хранении продуктов труда.

Мероприятия третьей группы – многоцелевые. Природоохраные задачи решаются наряду с проблемами повышения качества продукции; улучшения использования природных ресурсов, технологического оборудования, рабочей силы и других элементов материального производства. Это разработки по созданию систем замкнутого водоснабжения промышленных предприятий; исследования по утилизации отходов вместо их захоронения; разработки по созданию малоотходных, безотходных, ресурсосберегающих технологий.

## 2 Малоотходные и безотходные технологии

До сих пор в промышленности и сельском хозяйстве был подход, который в мире называют «на конце трубы», т.е. речь идет об утилизации отходов производства

### 1) «конца трубы»

Основное производство ~~отходы~~ очистка отходов ~~выбросы~~ →

При этой технологии процесс очистки вредных примесей как бы выведен за пределы основного производства и сама природоохранная деятельность – это довесок к основному производству. Например: работа ТЭЦ на угле, который при сгорании образует SO<sub>2</sub>. Строят очистные сооружения по улавливанию SO<sub>2</sub>. Однако полная очистка невозможна.

Альтернатива – очистка угля от S, однако, это не выход из существующего положения. Самое лучшее – использовать другое топливо, например природный газ и еще лучше – энергию ветра.

Малоотходные технологии – когда образующиеся в конце отходы не приносят существенного вреда для природы. Здесь трудно рассчитать издержки на собственно ПМ, т.е. нельзя разделить производственный процесс и ПМ. Замена технологии может не только улучшить очистные показатели предприятия, но и могут дать дополнительную прибыль.

2) Его следует заменить принципом «от начала до конца трубы», т.е. от добычи сырья и до выдачи готовой продукции.

Речь идет о безотходных и малоотходных технологиях. «Безотходные» технологии – термин был предложен Н. Н. Семеновым. «Безотходное производство – производство, при котором все сырье и энергия используются наиболее рационально и комплексно в цикле: сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные ресурсы, и любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормальное функционирование» – формулировка, принятая в 1984 г. В реальных условиях полностью ликвидировать отходы и избавиться от их влияния на окружающую среду невозможно. Точнее такие системы стоит называть малоотходными, т.е. дающими минимальные отходы, при которых сохраняется экологическое равновесие в результате самоочищающей способности природы.

При современном уровне развития науки и техники без потерь практически невозможно. По мере того как будет совершенствоваться технология селективного

разделения и взаимопревращения различных веществ, потери будут постоянно уменьшаться.

Промышленное производство без материальных, бесполезно накапливаемых потерь и отходов уже существует в целых отраслях, однако доля его пока мала. По оценке 1985 – 1986 гг. можно утверждать, что эта доля увеличилась, а потом уменьшилась из-за крайне недостаточного внедрения новых безотходных производств во всех отраслях народного хозяйства.

О каких новых технологиях можно вести разговор, если с 1985 г. – начала перестройки и до 1993 – 1994 гг. экономическое развитие при переходе к рынку идет на ощупь; доля износа основных производственных фондов все больше и больше увеличивается, в отдельных производствах составляет 80 – 85 %. Технологическое перевооружение производств приостановилось.

Вместе с тем мы обязаны заниматься проблемой безотходного и малоотходного производства, ибо при нарастающих темпах накопления отходов население может оказаться завалено свалками промышленных и бытовых отходов и остаться без питьевой воды, достаточно чистого воздуха и плодородных земель.

Назовем основные направления в создании высоких технологий.

1 Разработка и внедрение новых технологических процессов и систем, работающих по замкнутому циклу.

Например, бескоксовый, бездоменный процесс получения железа прямым восстановлением железной руды, о котором говорил еще в 1871 г. Д. И. Менделеев.

На Старо-Оскольском металлургическом комбинате почти полностью исключены выбросы в атмосферу и твердые отходы, втрое уменьшилось потребление воды при синтезе NH<sub>3</sub> по реакции:

катализатор



Неизрасходовавшаяся смесь примерно 20 % возвращается в каталитический реактор, т.е. применяется замкнутая система.

2 Создание бессточных технологических систем и водооборотных циклов на базе наиболее эффективных методов очистки сточных вод.

3 Самым распространенным способом уменьшения промышленных выбросов является переработка отходов в производствах в качестве вторичного сырья. Так, фосфогипс (CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)-отходы используются в производстве цемента и других строительных материалов. Его частично перерабатывают на цемент и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Например, использование пиритного огарка Уваровского химического завода. Другие приемы – захоронение под землей в скважинах или шахтах – загрязнение почвы и проникновение токсичных веществ в подземные воды. Перспективы: термохимическая обработка используется для получения тепловой энергии и биотехнология – для превращения отходов под действием микроорганизмов в кормовые белки.

4 Создание территориально-промышленных комплексов (ТПК) с замкнутой структурой материальных потоков сырья и отходов. Их создают на базе природных ресурсов, специфичных для данного региона, где отходы одного предприятия являются сырьем другого.

### 3 Основные направления высоких технологий

Российская Федерация при переходе к рыночной экономике в конце XX в. переживает всеобъемлющий кризис.

Экономический кризис носит затяжной характер и, видимо, будет продолжаться много лет, так как требуется серьезная перестройка народного хозяйства для формирования нормальной экономики. Это будет трудным периодом для решения экологических проблем в России.

Важнейшей задачей сегодняшнего дня является создание экологически справедливого рынка. Это значит, что при прочих равных условиях, во-первых, не получает преимущество в конкурентной борьбе продукция, имеющая низкие экологические характеристики или производимая по технологиям с относительно более вредным воздействием на окружающую среду, и, во-вторых, изымается из обращения на рынке продукция опасная для здоровья.

В настоящее время в качестве основных задач с целью охраны окружающей среды необходимо реализовать мероприятия, не требующие значительных капитальных вложений и материальных средств.

*Основные имеющиеся направления и разработки в отдельных отраслях промышленности.* В энергетики необходимо шире использовать новые способы сжигания топлива, например, такие, как сжигание в кипящем слое, которое способствует снижению содержания загрязняющих веществ в отходящих газах, внедрение разработок по очистке от оксидов серы и азота газовых выбросов; добиваться эксплуатации пылеочистного оборудования с максимально возможным КПД, при этом образующуюся золу эффективно использовать в качестве сырья при производстве строительных материалов и в других производствах.

В горной промышленности необходимо внедрять разработанные технологии по полной утилизации отходов как при открытом, так и при подземном способе добычи полезных ископаемых; шире применять геотехнологические методы разработки месторождений полезных ископаемых, стремясь при этом к извлечению на земную поверхность только целевых компонентов; использовать безотходные методы обогащения и переработки природного сырья на месте его добычи.

В черной и цветной металлургии при создании новых предприятий и реконструкции действующих производств необходимо внедрение безотходных и малоотходных технологических процессов, обеспечивающих экономное использование рудного сырья:

- вовлечение в переработку газообразных, жидких и твердых отходов производства, снижение выбросов вредных веществ с отходящими газами и сточными водами;
- при добыче и переработке руд черных и цветных металлов – широкое внедрение использования многотоннажных твердых отходов горного и обогатительного производства в качестве строительных материалов, закладки выработанного пространства шахт вместо специально добываемых минеральных ресурсов;
- переработка в полном объеме всех доменных и ферросплавных шлаков, а также существенное увеличение масштабов переработки шлаков цветной металлургии;
- резкое сокращение расходов свежей воды и уменьшение сточных вод путем дальнейшего развития и внедрения безводных технологических процессов и бессточных систем водоснабжения;
- повышение эффективности существующих и вновь создаваемых процессов улавливания побочных компонентов из отходящих газов и сточных вод;
- широкое внедрение сухих способов очистки газов от пыли для всех видов металлургических производств и изыскания более совершенных способов очистки отходящих газов;
- утилизация серосодержащих газов переменного состава путем внедрения на предприятиях эффективного способа – окисления сернистого ангидрида в нестационарном режиме двойного контактирования;
- на предприятиях цветной металлургии ускорение внедрения ресурсосберегающих автогенных процессов и в том числе плавки в жидкой ванне, что позволит не только интенсифицировать процесс переработки сырья, уменьшить расход энергоресурсов, но и значительно оздоровить воздушный бассейн в районе действия

предприятий за счет резкого сокращения объема отходящих газов и получить высококонцентрированные серосодержащие газы, используемые в производстве серной кислоты и элементарной серы;

□ разработка и широкое внедрение на металлургических предприятиях высокоэффективного очистного оборудования, а также аппаратов контроля различных параметров загрязненности окружающей среды;

□ быстрые разработки и внедрение новых прогрессивных малоотходных и безотходных процессов, имея в виду бездоменный и бескоксовый процессы получения стали, порошковую металлургию и другие перспективные технологические процессы, направленные на уменьшение выбросов в окружающую среду;

□ расширение применения микроэлектроники, АСУ, АСУ ТП в металлургии в целях экономии энергии материалов, а также контроля образования отходов и их сокращения.

В химической и нефтеперерабатывающей промышленности в более крупных масштабах необходимо использовать в технологических процессах окисление и восстановление с применением кислорода, азота и воздуха; электрохимические методы, мембранные технологии разделения газовых и жидкостных смесей, а также методы радиационной, ультрафиолетовой и плазменной интенсификации химии.

Ложность экологических проблем в России и необходимость их скорейшего решения заставляет искать новые формы реализации программ по охране природы. В условиях полного прекращения централизованных инвестиций, обеспечивающих проведение природоохранных мероприятий, на ведущее место выдвигается предпринимательская деятельность. В сложившейся ситуации это наиболее мобильный и действенный рычаг, способный ускорить и видоизменить целенаправленность мероприятий в области экологии. Однако возникает вполне обоснованный вопрос для предпринимателя: «Как найти оптимальное сочетание таких понятий, как коммерческая выгода, стратегический экономический интерес и желание улучшить экологическую ситуацию?». Понятно, что решение о вкладывании инвестором средств в экологию помимо благородных целей (что вполне естественно) должно быть связано и с коммерческой выгодой.

## **1. 16 Лекция №16 ( 2 часа).**

**Тема: «Основы экологического права »**

### **1.16.1 Вопросы лекции:**

- 1 Конституционные основы экологического права
- 2 Система источников экологического права России
- 3 Источники международно-правовой охраны окружающей среды

### **1.16.2 Краткое содержание вопросов:**

**1 Конституционные основы экологического права**

Источники экологического права обладают всеми характерными признаками, свойственными источникам права. Но они имеют свои особенности: в них представлен значительный вес законов по сравнению с другими формами права; они отличны содержанием так называемых «экологизированных» норм и нормативных актов. Иначе говоря, тех актов, которые регулируют соответствующие отношения, отражают сопутствующие им требования охраны окружающей среды. Наконец, в числе источников экологического права определенное место занимают международно-правовые акты, регулирующие внутренние экологические отношения на основе примата международного права.

В принятой 12 декабря 1993 г. всенародным голосованием Конституции Российской Федерации отражены основные положения экологической стратегии государства и главные направления укрепления экологического правопорядка.

Вслед да Федеративным договором Конституция вводит в научный оборот трехзвенное определение экологической деятельности человека в сфере взаимодействия общества и природы: природопользование, охрана окружающей среды, обеспечение экологической безопасности.

Центральное место среди экологических норм Конституции РФ занимает ст. 9, ч. 1, где указывается, что земля и другие природные ресурсы в Российской Федерации используются и охраняются как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории.

В продолжение этого положения в Конституции есть две нормы. Первая из них (ст. 42) закрепляет право каждого человека на благоприятную окружающую среду и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью и имуществу. Вторая провозглашает право граждан и юридических лиц на частную собственность, на землю и другие природные ресурсы (ст. 9, ч.

2); первая касается биологических начал человека, вторая – его материальных основ существования.

Воспринимая основные положения Федеративного договора, Конституция оформляет организационно-правовые взаимоотношения Федерации и субъектов Федерации.

Согласно ст. 72 (п. в, д), пользование, владение и распоряжение землей, недрами, водными и другими природными ресурсами, природопользование, охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности являются совместной компетенцией Федерации и субъектов Федерации. Разграничение дается в двух направлениях – по предметам ведения Федерации и субъектов Федерации. По предмету своего ведения Российская Федерация принимает федеральные законы, которые являются обязательными на территории всей страны. Вне этих пределов субъекты Федерации имеют право на собственное регулирование экологических отношений, включая принятие законов и иных нормативных актов.

Конституция РФ закрепляет общее правило: законы и иные нормативно-правовые акты субъектов Федерации не могут противоречить федеральным законам. В случае противоречия действует закон или иной нормативно-правовой акт Федерации. Источники экологического права конкретизируют Конституцию РФ.

## 2 Система источников экологического права России

В результате модификации сложилась система экологического законодательства. В основе этой системы находятся три основополагающих нормативных акта: Декларация Первого съезда народных депутатов РСФСР о государственном суверенитете Российской Федеративной Социалистической Республики, принятая 12 июня 1990 г., Декларация Прав и Свобод Человека и Гражданина, принятая Верховным Советом РСФСР 22 ноября 1991 г., Конституция (Основной Закон) Российской Федерации, принятая в результате всенародного голосования 12 декабря 1993 г.

Система экологического законодательства состоит из двух подсистем: природоохранительного и природно-ресурсного законодательства, Закон РФ «Об охране окружающей природной среды» и другие законодательные акты комплексного правового регулирования. В подсистему природно-ресурсного законодательства входят: земельный кодекс РСФСР, закон РФ о недрах, основы лесного законодательства РФ, водный кодекс РСФСР, законы РСФСР об охране и использовании животного мира (1982 г.), а также другие законодательные и нормативные акты, регулирующие использование природных ресурсов.

Закон об охране окружающей природной среды имеет следующие особенности: Во-первых, закон является комплексным головным законодательным актом прямого действия. Предметом регулирования с его стороны служат экологические (природоохранительные) отношения. В регулировании этих отношений закон преследует три задачи:

1. Сохранение природной среды;
2. Предупреждение и устранение вредного влияния хозяйственной деятельности на природу и здоровье человека;
3. Оздоровление и улучшение качества окружающей природной среды.

Закон возглавляет систему экологического законодательства. Это значит, что в вопросах охраны природной среды нормы других законов не должны противоречить данному законодательному акту.

Во-вторых, генеральная линия закона состоит в обеспечении научно обоснованного сочетания экологических и экономических интересов под приоритетом охраны здоровья человека и естественных прав человека на здоровую, чистую окружающую среду. Научная обоснованность сочетания экологии и экономики определяется мерой этого сочетания. В качестве таковой выступают предельно допустимые нормы воздействия хозяйственной деятельности на природную среду.

Превышение этих норм создает опасность причинения вреда природной среде, здоровью человека и является экологическим правонарушением.

В-третьих, в отличие от соответствующих отраслевых законов — основ земельного законодательства, лесного, водного, о недрах, где правила охраны обращены прежде всего к природным объектам, данный закон формулирует экологические требования, обращенные к источникам вредного воздействия на природную среду и здоровье человека, т.е. к предприятиям, учреждениям, организациям.

В-четвертых, центральная тема закона — человек, охрана его жизни, здоровья от неблагоприятного воздействия окружающей среды. Человек в законе рассматривается в двух аспектах: как субъект воздействия на окружающую среду, несущий ответственность за последствия своей деятельности; и как объект такого воздействия, наделенный соответствующими правами и гарантиями на возмещение причиненного вреда.

В-пятых, нормы закона закрепляют механизм его исполнения. И такой механизм состоит из системы, включающей экономическое стимулирование субъекта в охране окружающей природной среды в сочетании с мерами административно-правового воздействия на нарушителей эколого-правовых предписаний. Закон закрепляет экономический механизм охраны окружающей среды как меру экономического стимулирования, а также обязательность государственной экологической экспертизы, меры государственного экологического контроля, его правомочия по ограничению, приостановлению, прекращению деятельности экологически вредных объектов, меры административной, уголовной ответственности за экологические правонарушения, возмещение вреда природной среде и здоровью человека, экологическое воспитание и образование. Таков состав механизма реализации положений закона, закрепленного в его нормах.

Ядром данного закона служат природоохранительные нормы. Именно они обеспечивают выполнение задачи охраны природной среды. Но такие нормы действуют не в одиночку, а в комплексе с нормами других отраслей права — административного, гражданского, уголовного, международного и т.д.

Так, система управления охраны окружающей природной среды и государственного экологического контроля (ст. 5 – 10, 69, 70), административной ответственности (ст. 84) выражает административно-правовые отношения, регулируемые нормами административного права возмещение вреда природной среде, причиненою экологическим правонарушением, здоровью человека, причиненного нарушением экологического законодательства, является по своему содержанию гражданско-правовым

отношением, регулируемыми нормами гражданского права. Нормы возмещения вреда, помещенные в законе (ст. 86 – 91), представляют собой конкретизацию общих норм гражданского права.

Другим источником экологического права в части норм, содержащих экологические императивы, служат Основы законодательства РФ об охране здоровья, принятые Верховным Советом РФ в августе 1993 г. В целом закон относится к источникам административного права, так как он регулирует административные отношения. Однако в нем есть нормы, обеспечивающие защиту экологических прав граждан. В частности, ст. 20, дающая право гражданам требовать назначения медицинской экспертизы для определения степени вреда, причиненного окружающей средой. Ст. 28 закрепляет права граждан на охрану здоровья в экологически неблагополучных районах.

Эти два больших закона комплексной подсистемы экологического законодательства составляют основу охраны окружающей природной среды и обеспечения экологической безопасности человека. В развитие этой ветви экологического законодательства разрабатываются и другие законы.

Земельный кодекс 1991 г. и Основы земельного законодательства РФ 1993 г. – это документы периода перехода от административного метода регулирования земельных отношений к гражданско-правовым отношениям. Они построены на базе отмены исключительности государственной собственности на землю и другие природные ресурсы и провозглашении приоритета частной собственности на землю. Земля стала объектом гражданско-правового оборота – купли-продажи, наследования, залога, аренды и т.д.

Данное обстоятельство в корне изменило содержание земельных правоотношений и методов их регулирования.

Земельные отношения – составная часть гражданско-правовых отношений, а гражданско-правовой метод – основной метод их регулирования. Земельное право в части регулирования отношений с землей как с недвижимостью перешло в семейство гражданско-правовых отраслей права. Тем самым раскололся некогда единый блок природноресурсовых отношений как составных частей экологических отношений.

С данных позиций все нормы Земельного права разделяются на четыре группы. Первая группа – нормы, регулирующие земельно-гражданские отношения (купля-продажа земель, наследование, аренда, залог и т.п.); вторая – земельно-административные, регулирующие управленческие отношения в области использования, распределения и перераспределения земель, с учетом их количества и качества; третья – земельные отношения, связанные с использованием земель и выполнением прав и обязанностей землепользователями; наконец, четвертая группа норм – земельно-экологические нормы, регламентирующие охрану земель в качестве природного фактора и защиты окружающей природной среды от вредного воздействия использования земель. В этой части “Земельный кодекс” и “Основы земельного законодательства” можно рассматривать как источники экологического права.

В 1993 г. Верховный Совет РФ принимает Закон об основах лесного законодательства РФ. С точки зрения источников экологического права в нем пять групп правовых норм:

- 1) лесохозяйственные (ведение лесного хозяйства, воспроизводство лесов, охрана и защита леса и т.д.).
- 2) лесо-ресурсовые (планирование и использование леса как природного ресурса),
- 3) лесо-земельные (использование земель лесного фонда),
- 4) управленческие (компетенция органов управления лесным хозяйством),
- 5) экологические.

Эти нормы касаются принципов организации ведения лесного хозяйства, распределение лесов на группы по категориям защитности, охраны лесов от пожаров, незаконных порубок, от загрязнения, истощения и т.д.

Водный кодекс РСФСР, принятый в 1972 г. Верховным Советом РСФСР, во многом отражает потребности правового регулирования вод на уровне социалистических отношений. На ПУТИ к рыночным отношениям разрабатывается новый законодательный документ — Водный кодекс Российской Федерации. Заметное место в нем должны занять нормы, регулирующие платность водопользования и сброса сточных вод, захоронения вредных веществ. В новом законе непременно будет усиlena экологическая функция вод и в то же время будет развернута организационно-правовая борьба с вредным воздействием вод, вызванным стихийными явлениями либо антропогенным влиянием человека.

Закон РСФСР об охране и использовании животного мира был принят еще в 1982 г. на базе союзного закона с аналогичным названием. В нем содержатся и административные и эколого-правовые нормы, некоторые из которых устарели и требуют определенной редакции с учетом рыночных отношений. Эти и другие проблемы предполагается решить на базе нового закона об охране животных, а также в законах об охоте и рыболовстве. Они разрабатываются в Государственной Думе.

Круг экологических вопросов, по которым издаются указы и распоряжения Президента РФ, практически не ограничен.

В числе указов Президента РФ следует назвать указ от 4 февраля 1994 г. о государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению УСТОЙЧИВОГО развития или указ от 27 декабря 1993 г. О приведении земельного законодательства Российской Федерации в соответствии с Конституцией РФ.

Постановления правительства по вопросам экологии можно разбить на три группы. К первой группе относятся те, которые принимаются во исполнение закона для конкретизации его отдельных положений. Таким актом следует назвать постановление Правительства РФ от 20 июня 1993 г. об утверждении Положения о государственной экологической экспертизе. Вторая группа постановлений предназначена для определения компетенции органов управления и контроля. (например, "Положение о министерстве охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации", утвержденное постановлением Правительства РФ 22 февраля 1993 г.).

Третья группа постановлений Правительства включает нормативно-правовые акты дальнейшего правового регулирования экологических отношений. Таким актом следует считать постановление Правительства от 4 ноября 1993 г. О создании Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях, а также постановление Правительства от 10 декабря 1993 г., утвердившее положение о проведении конкурсов и аукционов по продаже земельных участков.

Среди источников права следует назвать нормативные акты министерств и ведомств. Природоохранительные министерства и ведомства наделяются правом издавать в рамках утвержденной для них компетенции нормативные акты, обладающие признаком обязательности для других министерств и ведомств, физических и юридических лиц.

Так, министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов (Минприроды) России издает нормативные приказы, инструкции, положения и другие нормативные акты по вопросам охраны окружающей среды и использования природных ресурсов. Минприроды утвердило 20 ноября 1992 г. "Типовое положение о порядке добровольного экологического страхования в Российской Федерации".

Кроме Минприроды правом издания обязательных нормативных актов обладают другие органы природоохранительного профиля. Госкомсанэпиднадзор РФ наделен правом утверждения санитарных норм и правил по вопросам охраны окружающей среды — воздуха, водных источников, почв от загрязнения; Роскомрыболовства РФ издает нормативные акты по вопросам охраны и использования рыбных запасов;

Госгортехнадзор РФ — по вопросам обеспечения безопасности пользования недрами, например, Положение о порядке выдачи специальных разрешений (лицензий)

на виды деятельности, связанные с повышенной опасностью промышленных производств и работ, а также с обеспечением безопасности при пользовании недрами.

Немаловажную роль играют нормативные правила – санитарные, строительные, технические, технико-экономические, технологические, организационные и т.п. К ним относятся нормативы качества окружающей среды: предельно допустимые нормы воздействия вредных веществ на окружающую среду и здоровье человека, нормы воздействия вредных веществ на окружающую среду и здоровье человека, нормы допустимой радиации, уровней шума, вибрации и т.д. Эти нормативы выражают технические правила, и в этом виде они не рассматриваются как источники права. Закон об окружающей природной среде (ст. 25 – 27 и др.) устанавливают юридическую обязательность их исполнения. Эта обязанность придает таким нормам юридический характер и позволяет оценивать их как источники права.

Согласно Федеративному договору и Конституции РФ субъекты Федерации вправе принимать законы и иные нормативные правовые акты по вопросам, отнесенными к их ведению. В круг иных нормативно-правовых актов входят указы, постановления, ведомственные нормативные акты.

Под экологизацией нормативно-правовых актов надо понимать внедрение экологоправовых требований в содержание, правовую ткань нормативно-правового акта. Необходимость такого процесса объясняется тем, что нормы экологического права, заложенные в специальных законах, не всегда способны действовать напрямую в регулировании экологических вопросов. По отношению к ХОЗЯЙСТВУЮЩИМ субъектам, т.е. тем, кто загрязняет и истощает природную среду, нормы экологического права действуют через нормативные акты, регулирующие экономическую деятельность этих субъектов.

Экологизированные акты являются источниками права в своих правовых отраслях. Но в части норм, которые касаются охраны окружающей среды, они имеют прямое отношение и к экологическому праву.

### 3 Источники международно-правовой охраны окружающей среды

Центральное место среди источников международно-правовой охраны окружающей природной среды занимают резолюции Генеральной Ассамблеи ООН и Всемирная партия охраны природы. Они имеют определяющее значение в реализации принципов и положений международно-правового экологического сотрудничества.

## 1. 17 Лекция №17 ( 2 часа).

**Тема:** «Международное сотрудничество в охране окружающей среды »

### 1.17.1 Вопросы лекции:

- 1 Международно-правовые принципы
- 2 Объекты международного сотрудничества
- 3 Международные организации и конференции
- 4 Межгосударственное сотрудничество РФ

### 1.17.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1 Международно-правовые принципы

Одно из важнейших направлений международного сотрудничества это правовая охрана окружающей среды, которая должна опираться на общепризнанные нормы международного права. Основные правовые принципы были выработаны совместными усилиями членов международного сообщества (государств, международных организаций и конференций). Они изложены во многих документах, основными из которых являются:

решения генеральной Ассамблеи ООН (1962, 1968, 1980), решения Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде (1972), Заключительный акт Совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе (Хельсинки, 1975), Всемирная Хартия природы (1986), решения Международной конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992) и другие. В обобщенном и кратком виде эти принципы можно сформулировать следующим образом:

- приоритетность экологических прав человека;
- суверенитет государств на природные ресурсы своей территории;
- недопустимость экологического благополучия одной страны за счет нанесения экологического вреда другой;
- экологический контроль на всех уровнях;
- свободный международный обмен экологической информацией;
- взаимопомощь государств в чрезвычайных обстоятельствах;
- разрешение эколого-правовых споров мирными средствами.

Названные выше принципы международного сотрудничества в области охраны природы распространяются и на отношения России со странами СНГ. В феврале 1992 г. представители этих стран в Москве подписали Соглашение о взаимодействии в области экологии и охраны окружающей среды. Для координации экологической деятельности стран СНГ создан Межгосударственный экологический совет (МЭС), секретариат которого является постоянно действующим органом.

Основан также международный экологический фонд стран СНГ в Минске. В России законодательно закреплен примат международного права над внутренним правом в области охраны природной среды и использования ресурсов (ст. 93 Закона ООПС).

Принципы ясны, но в их реализации остаются проблемы. Еще не было случая, когда международное правило действовало бы автоматически с момента его принятия и утверждения. Практика показала, что для введения в действие каких-либо международных договоров в России всегда предварительно принимались соответствующие постановления правительства. Поэтому международные договоры пока только некое разрешение на вход международно-правовых норм в национальные отношения.

## 2 Объекты международного сотрудничества

Основными объектами международного сотрудничества являются те, по поводу которых разные страны вступают в экологические отношения.

юрисдикцию государств. Первые – это воздушный бассейн, космос. Мировой океан, Антарктика, мигрирующие виды животных. Эти объекты охраняются и используются в соответствии с нормами международного экологического права.

Вторые – это объекты, входящие в юрисдикцию государств: международные реки, моря, озера; объекты мирового наследия, занесенных в Международную Красную книгу исчезающих и редких видов животных и растений. Воздушный бассейн нуждается в глобальной охране. Первостепенное значение имеют договоры о запрещении испытаний и применение оружия массового уничтожения – ядерного, биологического, химического и др. Большую опасность представляют трансграничные загрязнения (кислотные дожди, озоноразрушающие вещества). На Венской встрече министров иностранных дел в 1986 г было принято решение о сокращении выбросов CO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub> на 30 -50% до 1995 г в надежде остановить потепление климата и сократить число кислотных дождей.

На основе климатических данных, полученных за несколько последних десятилетий, еще невозможно четко отделить антропогенные изменения климата от естественных. При прогнозировании возможных изменений климата приходится опираться в основном на результаты математического моделирования сложных климатических систем, состоящих из атмосферы, океана, криосферы, суши и биосферы. Возможность прогнозирования с их помощью очень ограничена.

Ученым трудно прийти к единому мнению по этому сложному вопросу, но все же большинство климатологов согласились со следующими утверждениями:

- 1) климат всегда был подвержен изменениям, изменения можно ожидать и в будущем;
- 2) история человечества помнит достаточно много случаев, когда колебания климата ставили под угрозу существование целых народов;
- 3) с 1950 г. происходит постоянное понижение температуры в северном полушарии, хотя деятельность человека, казалось бы, должна в основном вести к потеплению;
- 4) ожидающееся ближайшие 100 лет потепление будет, видимо, связано с большим выбросом в атмосферу CO<sub>2</sub>, с уничтожением лесов и распадом органических веществ почвы. Организованная ЮНЕСКО всемирная программа междисциплинарных исследований «Человек и биосфера» (Ч и Б) накапливает данные о структуре и функционировании природных и измененных человеком экосистем о естественном круговороте энергии в природе, о человека воздействии на эти системы, в том числе систему круговорота углерода.

Программа по углекислому газу, проводимая СКОПЕ (Научный комитет по проблемам окружающей среды, неправительственная организация) ставит своей целью уточнить параметры глобального баланса углерода и изменения, вносимые в него человеческим. В дальнейшем будут проведены такие же программы по азоту, сере и фосфору.

Космос принадлежит всему мировому сообществу, которое выразило свое отношение к нему в двух документах:

Декларации правовых принципов деятельности по использованию космического пространства (1963) и Договоре о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела (1967). В них сформулировано следующее положение: космос — достояние всего человечества; недопустимы национальное присвоение его частей, загрязнение космического пространства и использование его в военных целях. Однако в настоящее время в околоземном пространстве уже находится около 3,5 миллионов тонн космического мусора. Если не принять меры, то через 20 – 30 лет космические полеты могут стать невозможными.

Мировой океан сосредотачивает 96 % воды земного шара; оказывает решающее влияние на климат планеты; это источник биологических, минеральных и энергетических ресурсов. Поэтому охране мирового океана посвящено около 25 правовых и нормативных международных документов, а также ряд решений, соглашений, резолюций и договоров. Среди них большое значение имеют запрещение загрязнения океана нефтью, химическими и радиоактивными веществами, другими вредными отходами. На глобальном уровне действуют также Конвенция о рыболовстве и охране живых ресурсов моря (1958) и Конвенция ООН по морскому праву (1982). Они провозглашают право государств на промысел животных с учетом международных норм.

На национальном уровне рыболовство регулируется вне пределов территориальных вод лишь в зонах юрисдикции прибрежных государств, которые установлены Женевской конвенцией 1958 г.

Антарктика – подлинный международный объект охраны природы. Принципы охраны и использования южного материка регулируются отдельным Договором об Антарктике (1959). Его основные положения – свобода научных исследований, запрет военных мероприятий, охрана живых ресурсов.

Разделяемые международные природные ресурсы — ресурсы находящиеся в пользовании двух и более государств:

например, Балтийское море, река Дунай, Великие озера (США и Канады) и др. Основой регулирования охраны и использования таких объектов являются договоры, заключаемые заинтересованными странами. Для управления международным объектам и создаются на паритетных началах постоянно действующие органы – комиссии, комитеты. Так, органом управления по Дунаю является Дунайская комиссия, по Балтийскому морю – Балтийский совет.

В ноябре 1972 г. конференцией ЮНЕСКО была принята Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия: заповедников, национальных парков, резерватов, памятников культуры. Эти объекты принимаются на международный учет. Международные организации оказывают материальную помощь государствам в их содержании и охране за счет специальных Фондов.

### 3 Международные организации и конференции

Охраной окружающей природной среды занимаются многие международные организации. Ведущая роль принадлежит Организации Объединенных Наций (ООН) и ее специализированным органам. Одним из главных органов ООН является экономический и социальный совет (ЭКОСОС), в рамках которого действуют национальные и региональные комиссии и комитеты.

Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) создана в декабре 1972 г. ЮНЕП имеет Совет управляющих. Совет по координации и Фонд окружающей среды. К первоочередным направлениям деятельности ЮНЕП относятся: 1) здоровье человека; 2) охрана земель и пресных вод; 3) защита мирового океана; 4) охрана животных и генетических ресурсов; 5) энергетические ресурсы; 6) образование; 7) торговля, экономика, технология. В рамках ЮНЕП работают и другие международные организации.

Экономический и социальный совет (ЭКОСОС)

Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП)

- оказание помощи развивающимся странам в подготовке специалистов – экологов.

Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП).

МСОП также учрежден в 1948 г. Эта неправительственная организация представляет около 100 стран. По инициативе МСОП ведется Красная книга. Основные задачи МСОП:

- сохранение естественных экосистем, растительного и животного мира;
- сохранение редких и исчезающих видов;
- организация заповедников, резерватов, национальных парков.

**Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ).** ВОЗ образована в 1946 г., занимается вопросами охраны здоровья человека в аспекте его взаимодействия с окружающей средой, консолидируется с ЮНЕП, МАГАТЭ и другими.

**Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ).** МАГАТЭ образована в 1957 г. для обеспечения ядерной безопасности и охраны окружающей среды от радиоактивного загрязнения. Неподчинение государств требованиям МАГАТЭ может вызвать применение экономических санкций по решению Совета Безопасности ООН.

**Всемирная метеорологическая организация ООН (ВМО).** ВМО создана в 1947 г. Ее основная задача – изучение и обобщение воздействий человека на климат планеты. Она работает, главным образом, в рамках глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС).

**Международная морская организация (ММО).** ММО создана в 1948 г, действует в области морского судоходства и охраны моря от загрязнения. При ее участии разработаны конвенции по борьбе с загрязнением моря нефтью и другими вредными веществами.

Сельскохозяйственная и продовольственная организация ООН (ФАО).

ФАО организована в 1945 г. Сфера ее деятельности – сельское хозяйство и мировые продовольственные ресурсы. ФАО подготовила почвенную карту мира,

участвует во многих экологических программах, активно сотрудничает с ЮНЕП, ЮНЕСКО, МСОП. Помимо названных ведущих международных организаций, в мировом сообществе функционирует множество структур природоохранного профиля: например. Международный регистр потенциально токсичных химических веществ (МРПТХВ), Европейская экономическая комиссия – ЕЭК (занимается внедрением мало – и безотходных технологий), и многие другие.

Из международных конференций следует отметить четыре: **Стокгольмская конференция ООН по окружающей среде.**

Она состоялась 5 – 16 июня 1972 г. Приняла два основных документа: Декларацию принципов и План мероприятий.

Первый включает 26 принципов, из которых основные:

- право человека на благоприятные условия жизни и качество среды, позволяющие вести достойную и процветающую жизнь;
- сохранение природных ресурсов на благо нынешних и будущих поколений;
- экономическое и социальное развитие, в котором решающее значение имеет улучшение окружающей среды;
- суверенность государств на использование своих природных ресурсов и ответственность за ущерб окружающей среде;
- избавление людей и природы от последствий применения ядерного и иных видов оружия массового уничтожения.

В Плане мероприятий обозначены пути решения организационных, экономических, политических задач во взаимоотношениях государств при международном сотрудничестве в области охраны окружающей среды.

**Совещание по безопасности и сотрудничеству в Европе.** Совещание проходило в Хельсинки в августе 1975 г. С участием европейских стран, США и Канады. Совещание приняло заключительный акт, в котором отражены вопросы политической и экологической безопасности. Для реализации хельсинских соглашений позже были приняты несколько документов: Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха (1979), Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий (1992) и др.

**Венская встреча.** Эта встреча представителей государств – участников Совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе (СБСЕ) прошла в ноябре 1986 г. В итоговом документе содержатся рекомендации:

- сокращение выбросов серы на 30 % до 1995 г., снижения выбросов углеводородов и других загрязняющих атмосферу веществ;
- разработка способов захоронения опасных отходов, альтернативных захоронению в море;
- развитие совместной программы наблюдений за распространением загрязнений на большие расстояния в Европе (ЕМЕП);
- сокращение производства озоноразрушающих веществ;
- исследование роли СО<sub>2</sub> в глобальном потеплении климата. **Конференция ООН по окружающей среде и развитию.**

Она проходила в Рио-де-Жанейро 3-14 июня 1992 г. Конференция была организована для подведения итогов 20-летней деятельности по охране природы после Стокгольмской конференции. В ней участвовало 15 тыс. делегатов из 178 стран мира

#### 4 Межгосударственное сотрудничество РФ

В последние годы деятельность по международному природоохранному сотрудничеству в России значительно активизировалась. Одним из важнейших направлений стало участие в общеевропейском процессе под названием «Окружающая среда для Европы». В октябре 1995 года в Софии прошла Общеевропейская конференция министров по окружающей среде. В ходе ее подготовки РФ активно взаимодействовала с Комитетом по экологической политике ООН.

Основными итоговыми документами были «Декларация Министров» и «Экологическая программа для Европы».

На состоявшейся в 1995 году сессии Совета управляющих ЮНЕП принят ряд решений об оказании содействия странам с переходной экономикой. Развиваются контакты с Экономической и Социальной комиссией стран Азии и Тихого океана (ЭСКАТО). С 1995 года Россия – полноправный член ЭСКАТО.

Делегация России приняла участие в работе 3-й сессии Комитета ООН по устойчивому развитию (Нью-Йорк, апрель 1995). Разработана и представлена Международному оргкомитету Европейского года окружающей среды программа его проведения в России.

В рамках сотрудничества с МСОП представители РФ добились выделения специальной программы МСОП по странам СНГ с особым блоком России. По линии Всемирного фонда дикой природы (ВВФ) подписан Меморандум о взаимопонимании между республиками Саха (Якутия) и отделением ВВФ в Швеции. По линии МАГАТЭ проведены два совещания экспертов (Россия, США, Норвегия) по проблеме использования отработанного топлива атомных лодок и радиоактивных отходов.

Реализуется более 20 международных конвенций и соглашений. В связи с ратификацией РФ Конвенции о биологическом разнообразии (КБР) активизируется работа по выполнению международных обязательств в ее рамках. В список всемирного наследия включен массив первичных лесов Печоро-Ильчинского заповедника в Республике Коми.

Продолжается работа по конвенции о защите морской среды региона Балтийского моря (Хелком, 1974). Российская делегация приняла участие в работе 16-й сессии Хелком (1994), где обсуждались итоги работы за двадцатилетний период, а также бюджет на последующие годы; в 1995 г. был выработан и согласован план мероприятий по подготовке России к 17-й сессии.

6 февраля 1995 г. РФ и Международный Банк Реконструкции и Развития (МБРР) подписали соглашение о займе на сумму 110 млн. долларов США для финансирования проектов по управлению окружающей средой. В связи с этим Правительство РФ приняло два постановления № 808 и № 809 30 августа 1995 г. соглашение вступило в силу. Основная цель этого проекта – создание в течение трех-пяти лет условий для снижения экологического ущерба в особо опасных районах России (на Верхней Волге, Среднем Урале, Нижнем Доне).

Созданы федеральные и региональные Комитеты по оказанию технологической помощи по следующим направлениям:

1) экологическая политика и регулирование; 2) экологическая эпидемиология; 3) управление качеством воды и водными ресурсами; 4) управление опасными отходами. Проводятся международные конкурсные торги для выбора фирмконсультантов и фирм-поставщиков товаров и услуг в интересах проекта.

Наиболее активно двустороннее сотрудничество в области охраны окружающей среды осуществляется с Великобританией, Германией, Данией, Индией, Канадой, Китаем, Нидерландами, Норвегией, США, Республикой Корея, Финляндией, Швецией, Францией.

Сотрудничество России в области охраны природы не исчерпывается деятельностью организаций перечисленных выше.

Оно охватывает различные неформальные общественные движения, партию «зеленых» и многие другие и постоянно расширяется.

Природа Земли едина, ее законы всеобщи. Она не знает ни государственных, ни административных границ. Поэтому национальные усилия в природоохранной деятельности приносят результаты только тогда, когда согласуются с межнациональными мерами в этой области. Осознание объективной необходимости объединить усилия всего мирового сообщества для решения глобальных экологических задач приходило постепенно, по мере нарастания угрозы экологического кризиса в масштабах планеты.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

#### **2.1 Практическое занятие №1 ( 2 часа).**

**Тема: Влияние абиотических факторов внешней среды на организм человека**

##### **2.1.1 Задание для работы:**

Определить адаптивные возможности к низким температурам у студентов из разных климатических зон или разного социального происхождения. Выявить, какие абиотические факторы среды влияют позитивно, а какие – негативно на состояние здоровья и общую продолжительность жизни человека в данном регионе, стране и других регионах нашей планеты. Изучите физиологические механизмы адаптации организма к низким температурам.

Физиологические механизмы адаптации организма к низким температурам можно исследовать с помощью простой пробы – опускания руки в воду со льдом. Эта пробы позволяет также измерить адаптивную реакцию организма на интенсивное холодовое раздражение.

Вначале у испытуемого, который спокойно сидит на стуле, измеряют через каждую минуту систолическое и диастолическое давление и пульс до тех пор, пока показания не станут стабильными. Частоту пульса у запястья подсчитывают за 10 сек., полученный результат умножают на 6.

Затем руку испытуемого погружают до кисти на 1 мин в холодную воду 0°C. Через 30-60 с после этого измеряют систолическое и диастолическое давление. Кроме того, на ощупь или при помощи специального прибора подсчитывают частоту пульса. После того, как руку вынут из воды, делают измерения через каждую минуту до тех пор, пока все измеряемые величины не вернутся к исходному уровню.

У молодых людей систолическое давление может повышаться на 20-30 мм рт. ст. Люди, привыкшие к холодному климату, дают менее значительную реакцию и испытывают менее сильную боль.

Отмечают изменение цвета лица и рук испытуемого.

*Субъективные ощущения.* Запишите со слов испытуемого, какие ощущения он испытывал и насколько сильной была боль.

Проведите исследования у 3-4 студентов, родившихся в разных климатических условиях.

##### **2.1.2 Краткое описание проводимого занятия:**

*Абиотические факторы среды* – это совокупность факторов неорганической природы, влияющих на организм.

В ходе эволюционного развития организма человека адаптировался к действию широкого спектра природных раздражителей: определенному барометрическому давлению и гравитации, уровню космических и тепловых излучений, строго определенному газовому составу окружающей атмосферы, смене сезонов года. В течение года животный мир адаптировался и к смене смене сезонов, и к смене дня и ночи. В результате фиксированности в организме изменений окружающего мира и сигнального значения факторов внешней среды и развиваются «опережающие» реакции приспособления.

*Абиотический*, или неживой, компонент среды подразделяется на климатические, почвенные (эдафические), топографические и другие физические факторы, в том числе воздействие волн, морских течений, огня и т. д.

**Свет** является одним из важнейших абиотических факторов, особенно для фотосинтезирующих зеленых растений. Солнце излучает в космическое пространство громадное количество энергии. Свет для организмов, с одной стороны, служит первичным источником энергии, без которого невозможна жизнь, а с другой — прямое

воздействие света на протоплазму смертельно для организма. Таким образом, многие морфологические и поведенческие характеристики связаны с решением этой проблемы. Среди солнечной энергии, проникающей в атмосферу Земли, на видимый свет приходится около 50% энергии, остальные 50% составляют тепловые инфракрасные лучи и около 1 % — ультрафиолетовые лучи. В жизни организмов важны не только видимые лучи, но и другие виды лучистой энергии, достигающие земной поверхности: ультрафиолетовые, инфракрасные лучи, электромагнитные (особенно радиоволны) и некоторые другие излучения. Так, ультрафиолетовые лучи с длиной 0,25—0,30 мкм способствуют образованию витамина D в животных организмах, при длине волны 0,326 мкм в коже человека образуется защитный пигмент, а лучи с длиной волны 0,38—0,40 мкм обладают большей фотосинтетической активностью. Эти лучи в умеренных дозах стимулируют рост и размножение клеток, способствуют синтезу высокоактивных биологических соединений, повышая в растениях содержание витаминов, антибиотиков, увеличивают устойчивость к болезням.

Инфракрасное излучение воспринимается всеми организмами, например, воздействуя на тепловые центры нервной системы животных организмов, осуществляет тем самым у них регуляцию окислительных процессов и двигательные реакции как в сторону предпочтаемых температур, так и от них.

Особое значение в жизни всех организмов имеет видимый свет. С участием света у растений и животных протекают важнейшие процессы: фотосинтез, транспирация, фотопериодизм, движение, зрение у животных, прочие процессы.

По отношению к свету различают следующие экологические группы растений: световые (светолюбы), теневые (тенелюбы) и теневыносливые. *Световые виды* (гелиофиты) обитают на открытых местах с хорошей освещенностью, в лесной зоне встречаются редко. *Теневые растения* (сциофиты) не выносят сильного освещения, живут в постоянной тени под пологом леса. Это главным образом лесные травы. *Теневыносливые растения* (факультативные гелиофиты) живут при хорошем освещении, но легко переносят незначительное затенение. Это большинство растений лесов.

Интенсивность освещения влияет на активность животных, определяя среди них виды, ведущие сумеречный, ночной и дневной образ жизни. Ориентация на свет осуществляется в результате «фототаксисов»: положительного (перемещение в сторону наибольшей освещенности) и отрицательного (перемещение в сторону наименьшей освещенности). Так, в сумерки летают бабочки бражника, охотится еж. Майские хрущи начинают летать только в 21—22 ч и заканчивают лет после полуночи, комары же активны с вечера до утра. Ночной образ жизни ведет куница. Бесшумно, обследуя одно дерево за другим, отыскивает она гнезда белок и нападает на спящих зверьков.

Освещение вызывает у растений ростовые движения, которые проявляются в том, что из-за неравномерного роста стебля или корня происходит их искривление. Это явление носит название *фототропизма*.

**Тепловой режим** — важнейшее условие существования живых организмов, так как все физиологические процессы в них возможны при определенных условиях. Главным источником тепла является солнечное излучение.

### Температурный диапазон активной жизни на Земле, °C

Среда жизни	Максимум	Минимум	Амплитуда
Суша	55	-70	125
Моря	35,6	-3,3	38,9
Пресные	93	0	93

Как к экологическому фактору, по отношению к температуре все организмы подразделяются на две группы: *холодолюбивые* и *теплолюбивые*. Холодолюбивые организмы, или *криофилы*, способны жить в условиях сравнительно низких температур и не выносят высоких. Криофилы могут сохранять активность при температуре клеток до -8

и  $-10^{\circ}\text{C}$ , когда жидкости их тела находятся в переохлажденном виде. Характерно для представителей разных групп, например бактерий, грибов, моллюсков, членистоногих, червей и др. Криофилы населяют холодные и умеренные зоны. Холодостойкость растений весьма различна и зависит от условий, в которых они обитают.

У теплолюбивых, или *термофилов*, жизнедеятельность приурочена к условиям довольно высоких температур.

Это преимущественно обитатели жарких, тропических районов Земли. Среди многочисленных беспозвоночных (насекомые, паукообразные, моллюски, черви), холодно- и теплокровных позвоночных имеется много видов и целый отряд, обитающие исключительно в тропиках. Настоящими термофилами являются растения жарких тропических районов. Они не переносят низких температур и нередко гибнут уже при  $0^{\circ}\text{C}$ , хотя физического замораживания их тканей и не происходит. Причинами гибели здесь обычно называют нарушение обмена веществ, подавление физиологических процессов, что приводит к образованию в растениях не свойственных им продуктов, в том числе и вредных, вызывающих отравление.

Многие организмы обладают способностью переносить очень высокие температуры. Например, некоторые виды жуков и бабочек, пресмыкающиеся, выдерживают температуру до  $45-50^{\circ}\text{C}$ . Общие закономерности воздействия температуры на живые организмы проявляются в их способности существовать в определенном диапазоне температуры. Этот диапазон ограничен *нижней* летальной (смертельной) и *верхней* летальной температурой.

Температура, наиболее благоприятная для жизнедеятельности и роста, называется *оптимальной*.

Для организмов умеренных и холодных зон России оптимальные температуры от  $10$  до  $20^{\circ}\text{C}$ .

В зависимости от ширины интервала температуры, в которой данный вид может существовать, организмы делятся на *эвритермные* и *стенотермные*. Эвритермные организмы выдерживают широкие колебания температуры, стенотермные живут лишь в узких пределах.

Беспозвоночные, рыбы, амфибии и рептилии лишены способности поддерживать температуру тела в узких границах. Их называют *пойкилотермными* (от греч. *poikilos* — разный). Данных животных часто называют также *эктометермными*, так как они больше зависят от тепла, поступающего извне, чем от того тепла, которое образуется в обменных процессах. Характерна низкая интенсивность обмена и отсутствие механизма сохранения тепла.

Птицы и млекопитающие способны поддерживать достаточно постоянную температуру тела независимо от окружающей температуры. Этих животных называют *гомойотермными* (от греч. *homoios* — подобный) или, по старой терминологии, что менее правильно, теплокровными. Гомойотермные животные относительно мало зависят от внешних источников тепла. Благодаря высокой интенсивности обмена у них вырабатывается достаточное количество тепла, которое может сохраняться. Поскольку эти животные существуют за счет внутренних источников тепла, их называют в настоящее время чаще *эндотермными*.

Растения и животные в ходе длительного эволюционного развития, приспосабливаясь к периодическим изменениям температурных условий, выработали в себе различную потребность к теплу в разные периоды жизни.

В пределах от верхних оптимальных до верхних максимальных и от нижних минимальных до нижних оптимальных температур лежат диапазоны верхнего и нижнего *пессимумов*. Развитие растений при температурном пессимуме осуществляется замедленными темпами и затягивается на длительное время.

Активность животных также ограничивается пессимумами. У насекомых повышение температуры вызывает вначале медленные, некоординированные движения, в

физиологической области (оптимум) приводит к полностью управляемой активности, а при дальнейшем повышении — к чрезмерно быстрым, некоординированным, суматошным движениям.

Крайне минимальные и максимальные температуры нижнего и верхнего пессимумов называются соответственно нижним и верхним *порогом развития*, или нижним и верхним *биологическим нулем*, за пределами которого развитие организма не происходит.

*Температуры, лежащие выше нижнего порога развития и не выходящие за пределы верхнего, получили название эффективных температур.*

Развитие эндотермных животных в меньшей степени зависит от температуры окружающей среды. И тем не менее и им свойствен определенный температурный оптимум и пессимум тех или иных физиологических процессов.

У крупного рогатого скота повышение температуры в помещениях при их содержании до 15 °С или понижение до 7 °С приводит к снижению плодовитости.

Живые организмы в процессе эволюции выработали различные формы адаптации к температуре, среди них морфологические, биохимические, физиологические, поведенческие и т. д. Одно из важнейших приспособлений к температуре у растений — форма их роста. Там, где тепла мало — в Арктике, в высокогорье, много подушковидных растений, растений с прикорневыми розетками листьев, стелющихся форм. У животных морфологические адаптации к температуре прослеживаются четко. Под действием теплового фактора у животных формируются такие морфологические признаки, как отражательная поверхность тела, пуховой, перьевый и шерстный покровы у птиц и млекопитающих, жировые отложения. Большинство насекомых в Арктике и высоко в горах имеет темную окраску. Это способствует усиленному поглощению солнечного тепла. Эндотермные животные, обитающие в холодных областях (полярные медведи, киты и др.), имеют, как правило, крупные размеры, тогда как обитатели жарких стран (например, многие насекомоядные млекопитающие) обычно меньше по размерам. Это явление носит название *правила Бергмана*.

Размеры выступающих частей тела также варьируют в соответствии с температурой среды. У видов, живущих в более холодном климате, различные выступающие части тела (хвост, уши, конечности и др.) меньше, чем у родственных видов из более теплых мест. Это явление известно как *правило Аллена*.

*Третье правило* (носит название правила Глогера) гласит, что окраска животных в холодном и сухом климате сравнительно светлее, чем в теплом и влажном. Эти правила (часто их называют законами), управляющие адаптациями млекопитающих, равным образом относятся и к человеку.

*Биохимическая адаптация* живых организмов к температуре проявляется прежде всего в изменении физико-химического состояния веществ, содержащихся в клетках и тканях. Так, при адаптации к низким температурам в клетках растения благодаря увеличению запаса пластических веществ повышается концентрация растворов, увеличивается осмотическое давление клеточного сока, уменьшается содержание свободной воды, не связанной в коллоиды. И это очень важно, так как «связанная» вода трудно испаряется и замерзает, слабо отжимается под давлением, обладает большой плотностью и в значительной степени утрачивает свойство растворителя. Она становится кристаллической по структуре и в то же время сохраняет жидкое состояние. Важным приспособлением к низким температурам является и отложение запасных питательных веществ в виде высокоэнергетических соединений — жира, масла, гликогена и др.

Многие животные к зиме накапливают жир. Подкожный жировой слой обеспечивает им теплоизоляцию. У ряда животных в выступающих или поверхностных частях тела (лапы некоторых птиц, ласты китов) есть замечательное приспособление под названием «чудесная сеть». Это сплетение сосудов, в котором вены тесно прижаты к артериям. Кровь, текущая по артериям, отдает тепло венам, оно возвращается к телу, а

артериальная кровь поступает в конечности охлажденной. На основе физиологических процессов многие организмы способны в определенных пределах менять температуру своего тела. Эта способность называется *терморегуляцией*. Как правило, терморегуляция сводится к тому, что температура тела поддерживается на более постоянном уровне по сравнению с температурой окружающей среды. Особенно совершенны механизмы терморегуляции у эндотермных животных.

Поддерживать температуру тела на постоянном уровне животным помогает испарение жидкости с поверхности тела при высоких температурах окружающей среды. У человека для этого служит потоотделение, у собак и многих птиц — учащенное дыхание. Некоторые сумчатые в жару обмазывают шкуру обильной слюной.

У животных есть разнообразные *поведенческие* адаптации к температуре. Они проявляются в перемещениях животных в места с более благоприятными температурами (перелеты, миграции), в изменениях сроков активности, сдвигая ее на более светлое время суток и т. д. В пустыне, где днем поверхность почвы может нагреваться до 60—70 °C, на раскаленном песке животных почти не увидишь. Насекомые, рептилии и млекопитающие проводят жаркое время, зарывшись в песок или спрятавшись в норы. В глубине почвы температура не так резко колеблется и сравнительно невысокая. Холодным утром кузнечики подставляют бока солнечному свету, а дневные бабочки расправляют крылья. В полуденную жару они, сложив крылья, располагаются параллельно лучам.

Однако человек, в отличие от животных, помогает себе приспособливаться к условиям существования (макроклимату), используя, кроме своих физиологических реакций, еще и различные защитные средства, которые дала ему цивилизация: одежду, жилище и т.п., то есть создавая свой микроклимат. Это освобождает организм от нагрузки на некоторые адаптивные системы и в ряде случаев имеет отрицательные для организма последствия: снижает возможность адаптироваться к природным факторам.

В связи с этим биологическая реакция живого организма на геохимические факторы может проявляться в широком диапазоне - от приспособляемости до заболевания и даже гибели, например в результате эпидемических заболеваний, носящих массовый характер. Микроэлементы являются экзогенными химическими факторами, играющими значительную роль в таких жизненно важных процессах, как рост, размножение, кроветворение, клеточное дыхание, обмен веществ.

Помимо природно-географических факторов, большое значение в возникновении массовых заболеваний имеют социально-экономические условия жизни населения, прежде всего урбанизация, связанная с глубокой структурной перестройкой существующих городов и селений в связи с бурным развитием индустрии, транспорта, городского образа жизни и т.д.

Учет уровней заболеваемости по основным классам и группам и проведение эпидемиологического районирования дают основание выделить ряд территорий, которые следует рассматривать как приоритетные для выявления факторов внешней среды, влияющих на заболеваемость.

### **2.1.3 Результаты и выводы:**

Постройте график по всем полученным результатам. Сделайте вывод о влиянии климатогеографических и социальных факторов на адаптивные возможности организма.

## 2.2 Практическое занятие №2 ( 2 часа).

### Тема: Влияние биотических факторов среды на организм человека

#### 2.16.1 Задание для работы:

Изучить комнатные растения, выделяющие в окружающую среду фитонциды.

Составить список растений, необходимых вам с учетом вашего здоровья и эстетического восприятия. Ознакомиться с фитонцидными растениями и выявить возможности их использования в интерьере.

Рассмотрите живые экземпляры предложенных растений. Изучите их морфологические признаки: строение стебля, листьев, цветков, плодов.

Ознакомьтесь со свойствами наиболее изученных фитонцидных растений, предлагаемых вашему вниманию в данном пособии, с отношением к ним человека, сложившимся в ходе исторического развития общества. Соотнесите их со своим состоянием здоровья, эстетическим восприятием.

Пользуясь литературными данными, составьте списки из 20-25 комнатных растений, обладающих фитонцидными свойствами, с указанием их особенностей. Занесите их в табл. 2. 1.

Таблица 2. 1

Название	Красиво-цветущие растения	Декоративно-лиственные растения	Температурный режим, °C			Отношение к свету
			7-13	13-18	18-24	

#### 2.2.2. Краткое описание проводимого занятия:

**Биотические факторы среды** – это факторы органической природы, совокупность влияний, оказываемых на организм жизнедеятельностью других организмов.

Человек так же, как и другие живые организмы, может вступать в различного рода взаимоотношения с животными, растениями и себе подобными: симбиоз, нейтрализм, конкуренция, аменсализм, комменсализм, паразитизм, хищничество.

Некоторые формы взаимоотношений человека с другими видами живой природы сложились в ходе естественной эволюции органического мира, другие – в ходе исторического развития человеческого общества. Из поколения в поколение человек передавал сведения о пользе и вреде тех или иных растений и животных. При этом использовался наиболее древний метод исследования – метод наблюдения. Полезные растения вводились в культуру. Научное обоснование многие факты получили лишь в 20 столетии. В частности, многие комнатные растения выращивались благодаря своему чудесному свойству – выделять в окружающую среду фитонциды.

**Фитонциды** - это продуцируемые растениями бактерицидные (убивающие бактерии), фунгицидные (противогрибковые), протистоцидные (убивающие простейших) вещества, играющие значительную роль во взаимоотношениях организмов в растительных сообществах и являющиеся одним из факторов естественного иммунитета растений. В настоящее время проблема фитонцидов выросла в самостоятельное биологическое учение, разрабатываемое совместными усилиями ботаников, зоологов, химиков, микробиологов, растениеводов и медиков.

Ионизация воздуха в естественных растительных сообществах и над территориями, не покрытыми растительностью количественно и качественно отличается. Это обусловлено не только особенностями радиоактивности воздушной среды и микроклиматическими условиями, но и действием летучих органических веществ, в том числе и фитонцидов, выделяемых растениями. Соединяясь с легкими аэрионами воздуха,

фитонциды превращаются в электроаэрозоли, обладающие активным биологическим действием, поэтому благотворное влияние растений на здоровье и самочувствие людей зависит не только от химического состава фитонцидов, но и от электроаэрозолей фитонцидов. Фитонциды повышают бактерицидную энергию воздуха. Механизм этого явления связан с трансформацией молекул озона в электронно-возбужденные молекулы кислорода - озониды, способные разрушать структуры ДНК патогенных микроорганизмов. Бактерицидные свойства воздуха, содержащего фитонциды, обусловливают и такую его характеристику, как свежесть. Свежий воздух улучшает состояние здоровья, излечивает многие заболевания. Однако воздух может быть чистым, но не свежим. Например, при кондиционировании воздуха за счет уменьшения содержания озона и трансформации ионов резко снижается его бактерицидная энергия.

Отечественными учеными были изучены свойства оранжерейных и комнатных растений, описано 45 видов, обладающих бактерицидными и протистоцидными свойствами, свыше 100 видов, проявляющих фитонцидную активность: акалифа Уилкса, гибискус, аукуба японская, антуриум величественный, пеперомия туполистная, колеус Блюме, аглаонема изменчивая и ряд других видов, эффективно подавляющих патогенный стафилококк. Антимикробной активностью обладают многие суккуленты, например алоэ, молочай, толстянки, каланхое.

Сотрудниками Американского Агентства по аeronавтике и космическим исследованиям (НАСА) в 80-е годы было установлено, что сциндапсус, хлорофитум, плющ, хризантемы являются высокоеффективными очистителями воздуха.

Академик А.М. Гродзинский, выступая на 8-м Всесоюзном совещании по фитонцидам, подчеркнул необходимость глубокой разработки теории фитонцидов в тесной связи с теорией фитодизайна. Фитодизайном он предложил называть введение растений в эргономические системы (замкнутые комплексы: человек - машина - среда) и рассматривать эту деятельность как часть общего дизайна, выполняющую эстетическую, санитарную, экологическую и другие функции.

### Фитонцидные растения

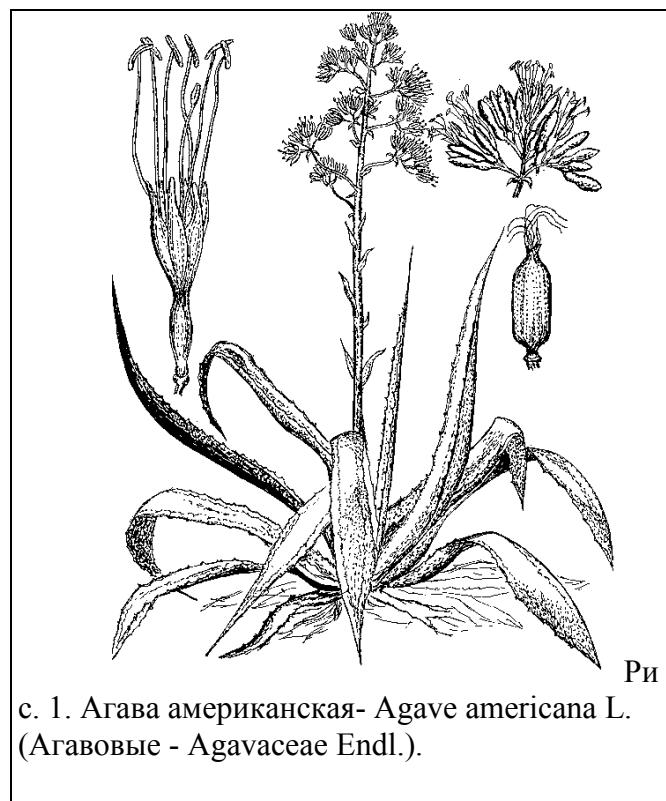


Рис. 1. Агава американская- *Agave americana L.*  
(Агавовые - *Agavaceae* Endl.).

*Агава американская- *Agave americana L.* (Агавовые - *Agavaceae* Endl.).* (рис. 1). Агавы - представители флоры юга США, Мексики, Центральной Америки и Вест-Индии. Крупные многолетние розеточные листовые суккуленты, монокарпичные. Листья до 1-2 м длиной и 20-25 см шириной, серовато-зеленые, мощные, твердые, мясистые, ланцетные, широкие, с крепкими шипами по краям. К вершине лист сужается, переходя в острый крупный шип. После цветения (раз в жизни - в наших широтах до 70 лет) и созревания семян в соцветии (в пазухах цветоножек) появляются луковички, развивающиеся в маленькие растения с листьями и корешками. Опадая, они укореняются. У основания стебля появляется большое количество отростков - дочерних розеток, которые отделяют и укореняют. Обладает фитонцидными свойствами, очищает воздух в помещении от микробов. В

листьях агавы найдены сапонины, активные против карциносаркомы Уокера, агавозид, обладающий способностью тормозить рост злокачественных новообразований, поэтому агава нашла широкое применение в медицинской практике.

**Алоэ древовидное - *Aloe arborescens* Mill.** (Асфоделовые - Asphodelaceae Juss.). (рис. 2). Столетник, ранник. Родина - Южная Африка. Вечнозеленое суккулентное древовидное растение 1-4 м высоты. Стебли прямостоячие, ветвящиеся, в нижней части с многочисленными следами от листьев. Листья расположены поочередно, сочные, мясистые, сизовато-зеленые, сближенные в верхней части стебля в виде розетки, стеблеобъемлющие, мечевидные, окаймленные мягкими шипами. Цветки оранжевые, поникающие, на тонких цветоножках; собраны в соцветие - густая кисть, которая появляется из пазух верхних листьев.

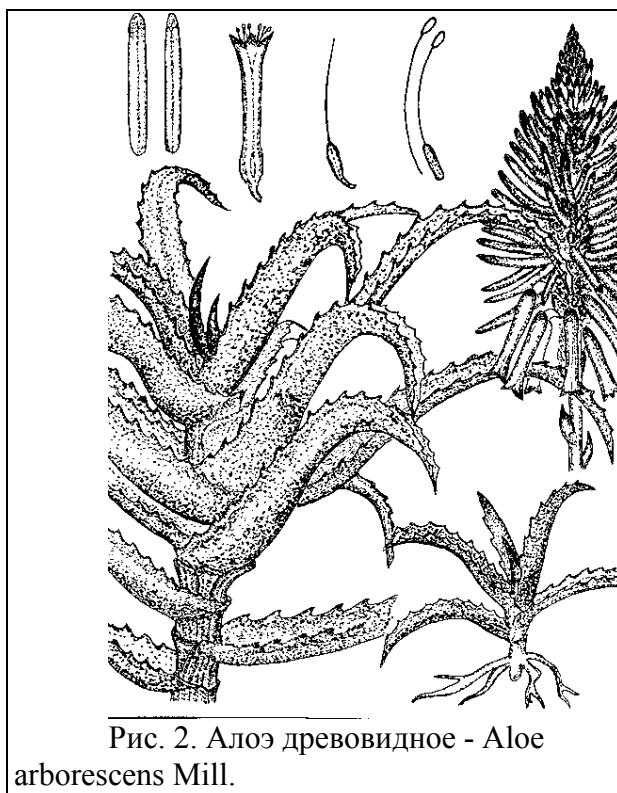


Рис. 2. Алоэ древовидное - *Aloe arborescens* Mill.

Фитонцидными свойствами обладают и другие виды алоэ: А. настоящее (*A. vera* L.), А. колючее (*A. ferox* Mill.), А. сокотринское (*A. succotriana* Lam.), А. складчатое (*A. plicatilis* (L.) Mill.), А. мыльное (*A. saponaria* (Aitt.) Haw.) и др. Все перечисленные виды широко распространены. В комнатной культуре оздоравливают воздух в помещении. Алоэ - мусульманский символ. Возвращающиеся из Мекки паломники приносят с собой веточку растения и вешают верхушкой по направлению к Мекке над порогом жилища, в которое после этого не могут проникнуть злые духи. Химический состав: алое содержит гликозиды геконина - стероидного соединения. Листья и свежий сок используют для наружного применения (при ранах и нарывах) и для приема внутрь (при заболеваниях желудка, печени, легких). Препараты обладают обеззараживающим, противовоспалительным, болеутоляющим, жаропонижающим, отхаркивающим действием.

**Гилотелефиум кавказский (L.) (Grossh.) H.Ohba** (Толстянковые - Crassulaceae DC.) (рис. 3). Заячья капуста. Родина – Кавказ: все районы. Травянистое суккулентное растение с прямостоячими стеблями. Листья расположены поочередно, яйцевидно-продолговатые, темнозеленые. Соцветие густое, щитковидное, цветки мелкие, пурпурные. Плод – многосемянная листовка. Растение содержит органические кислоты, алкалоиды, кумарины, дубильные вещества, флавоноиды. Настой корней стимулируют центральную нервную систему. В Грузии растение используется для лечения кожных заболеваний и воспалительных процессов. Листья – ранозаживляющее, противоцинготное, фунгицидное, гемостатическое средство; используются также при импотенции, эпидермофитии. Сок обладает протистоцидными свойствами.



Рис. 3. Гилотелефиум кавказский (L.) (Grossh.) H.Ohba

**Каланхоэ перистое – Kalanchoe pinnata (Lam.) Peresson** (Толстянковые - Crassulaceae DC.) (рис. 4). Родина – Южная и тропическая Африка и о. Мадагаскар. Распространен в тропиках Нового Света, в тропической Азии, Австралии, Южной и Центральной Америке, Мексике, на островах Карибского моря, Гавайских островах. Многолетнее вечнозеленое растение высотой до 1 м и более. Листья мясистые, сочные, в нижней части стебля цельные, яйцевидные, крупные, в верхней части перистые, с 3-5 долями, в большинстве продолговато-яйцевидные, края листьев зубчатые, на которых в большом количестве развиваются "детки" – молодые растения. Цветки зеленовато-бело-розовые, с трубкой венчика до 3,5 см, собраны в верхушечные метельчатые соцветия. Цветет обильно с января до конца мая. Надземная часть содержит флавоноиды, дубильные вещества, полисахариды, органические кислоты, микро- и макроэлементы (Al, Mg, Ca, Cu, Si, Mn). Сок каланхоэ действует подобно соку алоэ, оказывая противовоспалительное действие, способствует быстрому очищению и заживлению ран и язв, не раздражает кожу и слизистые оболочки, малотоксичен. Применяется как наружное средство при некротических процессах, при пересадке кожи для подготовки ран к наложению вторичных швов. Используют в комплексной терапии при гнойных ранах, после вскрытия абсцессов, панарициев, фурункулов. Применяют в комплексном лечении больных рожистым воспалением. В офтальмологии сок используют при лечении ожогов, травм, кератитов, эрозии роговицы, дистрофических повреждений элементов глаза, пигментной дегенерации сетчатки, герпетического



Рис. 4. Каланхоэ перистое – Kalanchoe pinnata (Lam.) Peresson

кератита. Применяют в стоматологической практике при воспалении десен; в акушерско-гинекологической практике.

**Лавр благородный – *Laurus nobilis L.*** (Лавровые - Lauraceae Juss.) (рис. 5). Родина – Средиземноморье. Вечнозеленое двудомное дерево до 4-6 м высоты или кустарник. Листья некрупные, ланцетные, гладкие, кожистые, ярко-зеленые, слегка волнистые, с выдающимися снизу жилками. Цветки мелкие, белые, невзрачные, соцветие – зонтик, расположены в пазухах листьев.

Плод – мелкая, овальная, черно-бурая или синяя костянка. Листья растения содержат масло сложного состава. В корнях находятся сесквитерпеновые лактоны, катехины, флавоноиды, антоцианы; в коре и древесине – алкалоиды. В плодах найдено эфирное масло. Препараты листьев на Кавказе используют при ревматизме, параличах, вывихах, глухоте, кашле, чесотке. Настой сухих листьев на растительном масле втирают при артритах, миозитах, невралгиях. Отвар пьют при дерматозах и малярии.

**Лимон обыкновенный – *Citrus limon Burm.*** (Рутовые - Rutaceae lindl.) (рис. 6). В диком виде неизвестен. Родина – Юго-Восточная Азия. Культивируется на Черноморском побережье Кавказа. Вечнозеленое дерево высотой до 3-5(7) м. Побеги с колючками. Листья кожистые, продолговато-яйцевидные, с крылатыми черешками. Цветки белые с розовым оттенком, пазушные, одиночные или в малоцветковых кистях, с тонким нежным ароматом. Плод – "померанец" светло-желтого цвета с трудно отделяющейся коркой. Мякоть плодов содержит белки, жиры, углеводы, лимонную, яблочную кислоты, пектиновые (желирующие) вещества, клетчатку, витамины С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР.

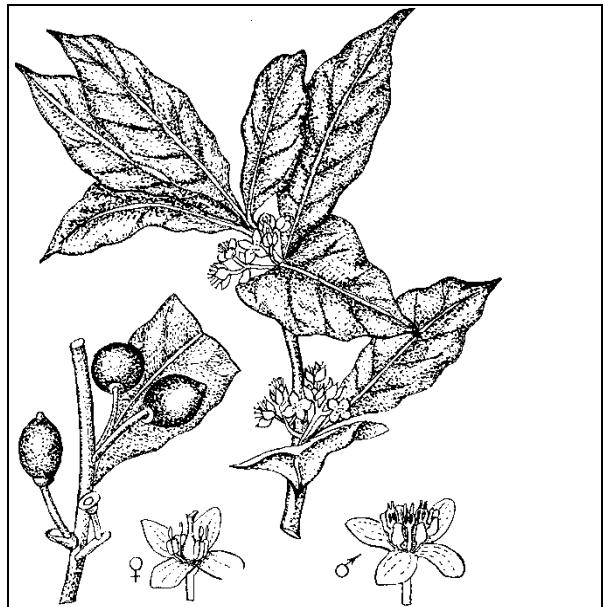


Рис.5. Лавр благородный - *Laurus nobilis L.*

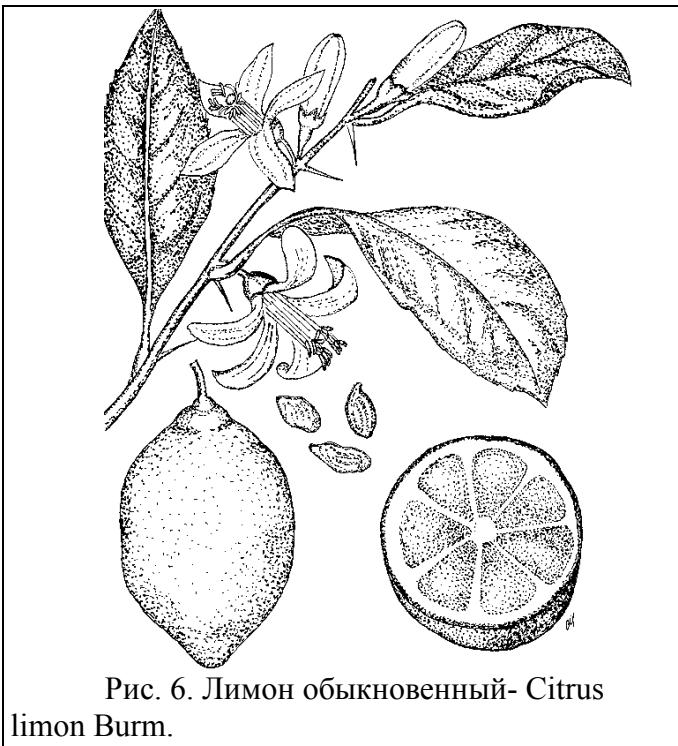


Рис. 6. Лимон обыкновенный- *Citrus limon* Burm.

В листьях содержатся эфирное масло, витамин С. Плоды лимона – эффективное капилляроукрепляющее средство, которое назначают при цинге, анемии, радикулите, остром суставном ревматизме, подагре, желче- и мочекаменной болезнях, сахарном диабете, гипертонической болезни, желтухе, водянке, туберкулезе, при отеках сердечного генеза, при инфекционных и вирусных заболеваниях. Лимонный сок или мякоть показаны при жажде у лихорадящих больных, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта (пониженная кислотность, например, при гипоцидных гастритах), нарушении минерального обмена. Разведенный сок применяют для полоскания при воспалительных заболеваниях слизистых оболочек

ротоглотки, при ангинах, дифтерите, фарингитах. Наружно – при грибковых заболеваниях и лечения гипо- и авитаминозов, при атеросклерозе. Лимоны используют для удаления веснушек, пигментных пятен, при грибковых заболеваниях, для успокоения зуда при экземах, при жирной себорее лица (сок лимона и одеколон (1:1). Кора лимона, сваренная в сахаре, употребляется для улучшения пищеварения. Свежесрезанный лимон прикладывают к подложечной области в виде горчичника при токсикозах у беременных женщин как отвлекающее средство.

**Мирт обыкновенный – *Myrtus communis* L.** (Миртовые – Myrtaceae R.Br.). (рис. 7). Родина – Средиземноморье. Вечнозеленый густоолиственный кустарник до 1 м высоты с четырехгранными мелковолосистыми побегами, листья темно-зеленые, мелкие, кожистые, ланцетные или овальные, заостренные, с многочисленными железками, содержащими эфирные масла, что обуславливает приятный аромат. Цветки белые, с желтоватым или розовым оттенком, до 2 см в диаметре, одиночные, пазушные, очень душистые. Плод – темно-синяя ягода. Мирт содержит большое количество эфирного масла, антибиотики, фитонциды. Применяется в парфюмерной промышленности и медицине. В помещении, где выращивается, выполняет роль санитара благодаря выраженным фитонцидным свойствам. Антибактериальный препарат (настойка мирта) активен в отношении спороносных и кислотоустойчивых бактерий. Обладает

тонизирующим,  
отхаркивающим,  
противовоспалительным действием  
и антибактериальными свойствами.  
С положительным эффектом  
настойка применяется при  
туберкулезе легких, нефритах,  
туберкулезе почек, обострении  
хронической пневмонии,  
хронического бронхита,  
бронхоэктатической болезни, ангине  
и тонзиллите, ряде других  
заболеваний. Мирт в виде венка  
исцеляет опухоли. Вытяжка из него,  
вдыхаемая в виде паров, излечивает  
мигрень. Цветы, настоянные на  
воде, по мнению древних,  
восстанавливают утраченную  
красоту. Настой из листьев в виде  
компресса на лоб, виски и ноги  
дает восстанавливающий сон  
больным, измученным горячкой.  
Из сока раздавленных плодов со  
спиртом получается маслянистая жидкость, которая считается средством,  
разглаживающим морщины и возвращающим свежесть кожи.

Винный настой плодов считается эликсиром бодрости, здоровья, им лечились в  
надежде на восстановление сил и возвращения здоровья. Молодые  
нераспустившиеся ароматные бутоны употреблялись в качестве укрепляющего  
желудок средства.

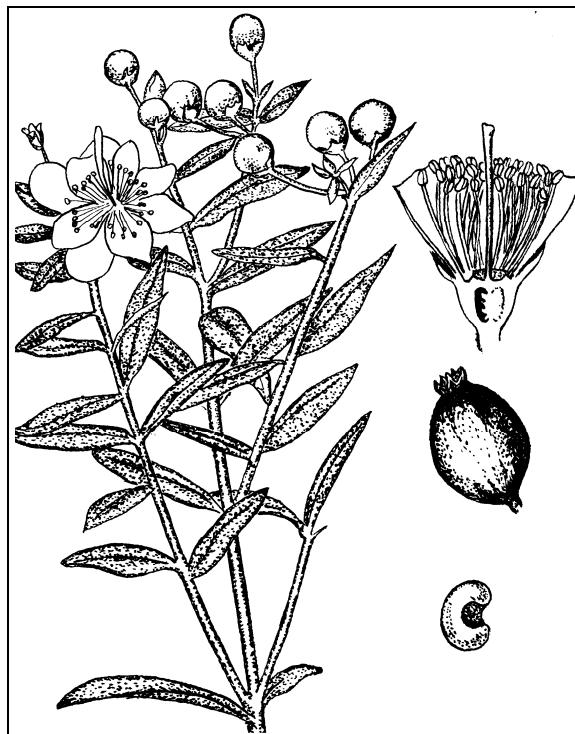


Рис. 7. Мирт обыкновенный - *Myrtus communis* L.

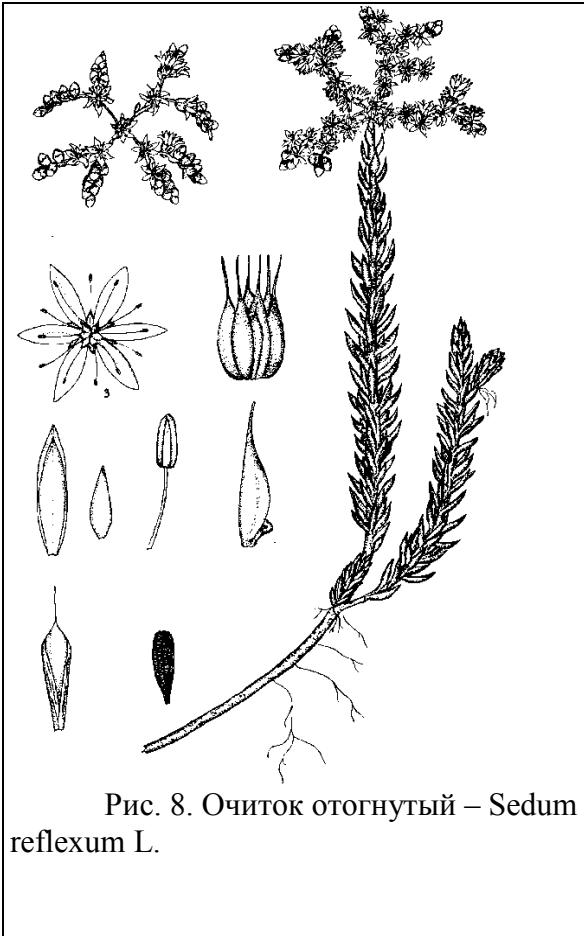


Рис. 8. Очиток отогнутый – *Sedum reflexum* L.

**Очиток отогнутый – *Sedum reflexum* L.** (Толстянковые – Crassulaceae DC.). (рис. 8). Родина – Европа, встречается на Украине, в Предкавказье. Травянистый вечнозеленый многолетник. Стебли стелющиеся, образуют подушковидные заросли. Листья сизоватые, шиловидные. Цветки желтые, собраны в щитковидное соцветие. Плод – многосеменная многолистовка. Цветет в июне-июле. Содержит углеводы, органические кислоты: щавелевую, лимонную, яблочную; дубильные вещества, флавоноиды. Экстракт по биологической активности превышает экстракт алоэ. Обладает фитонцидными антибактериальными свойствами.

**Пеларгониум розовый – *Pelargonium roseum* Willd.** (Гераниевые – Geraniaceae Juss.) (рис. 9). Розовая герань, душистая герань. Растение гибридного происхождения. Предполагают, что в его образовании принимал участие ряд видов пеларгониума, в том числе *P. radula* L'Her., *P. capitatum* Ait., *P. graveolens* L'Her. (с мыса Доброй надежды). Вечнозеленый кустарник до 1,5-2

м высоты. Надземные части растения мягкоопущенные, с головчатыми (железистыми) волосками, находящимися между простыми, тонкими, длинными, обладают сильным, приятным запахом. Стебель прямостоящий, немного древеснеющий у основания. Листья на длинных черешках глубоко пяти-, семипальчатораздельные. Цветки розовые, собраны в простой зонтик. Инсектицид (сухие листья – средство против моли). Обладает значительными фитонцидными свойствами, оздоравливает воздух в помещении. В свежесобранным сырье содержание эфирного масла 0,1-0,2%, в сухом – 1-3%. Содержит цитронеллол, гераниол и другие алкоголи. Декоративное, лекарственное. Широко используется в комнатной культуре. Эфирное масло, содержащееся в головчатых волосках, применяется для ароматизации лекарств. В медицине эфирное масло пеларгониума применяется аналогично розовому. Оказывает противовоспалительное действие при ангине, для полоскания горла и смазывания десен. Пеларгониум – хорошее средство для вдыхания при головной боли.

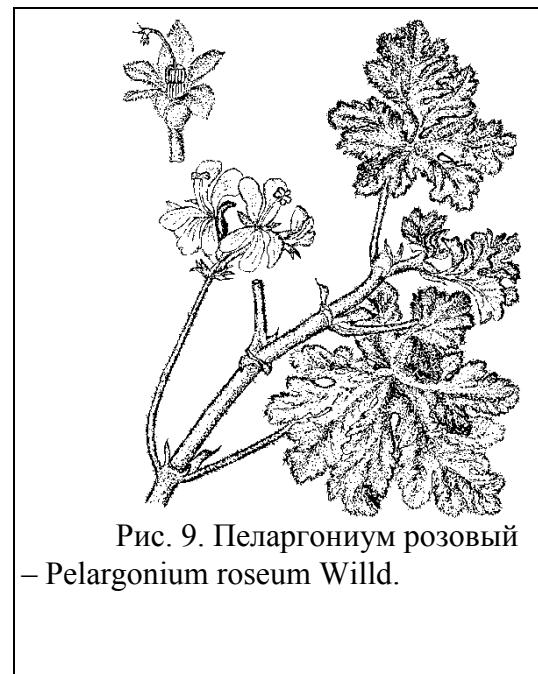


Рис. 9. Пеларгониум розовый – *Pelargonium roseum* Willd.

**Розмарин лекарственный – *Rosmarinus officinalis* L.** (Губоцветные -Lamiaceae Lindl.) (рис. 10). Родина – Средиземноморье, Альпы. Вечнозеленый кустарник 0,5-1,5 (2) м высоты. Зеленые части растения обладают характерным запахом. Листья расположены супротивно, продолговато-линейные, сверху темно-зеленые, снизу беловатые с резко выступающей средней жилкой, с эфиромасличными железками. Цветки бледно-фиолетово голубые, почти сидячие, собраны по 5-10 в кистевидные соцветия на концах веточек. Цветет с февраля до мая. Листья и верхушечные побеги содержат эфирное масло, алкалоиды, урсоловую и розмариновую кислоты, дубильные вещества.

В странах Средиземноморья, Европы в средние века существовало поверье, что присутствие розмарина в доме действительно против старости, чумы и ведьм. В наше время доказано, что, обладая сильными фитонцидными свойствами, он очищает воздух помещения от микробов. По преданиям народов Европы цветущие розмаринги приносят в дом мир и счастье. Используется в качестве антисептика при лечении ран и сыпей, при окуривании помещений, в которых находились больные люди или животные. Листья используют для улучшения аппетита и пищеварения. В виде водного настоя и эфирного масла – как ветрогонное, тонизирующее и успокаивающее средство при сердечных неврозах, нервных расстройствах, при упадке сил. В гинекологической практике – при

расстройстве менструаций, нарушении кровообращения, кровотечениях. В виде мази эфирное масло назначают при радикулитах, невритах, других простудных заболеваниях, чесотке. Листья наружно – для ванн при ревматизме.



Рис.10. Розмарин  
лекарственный - *Rosmarinus officinalis*  
L.

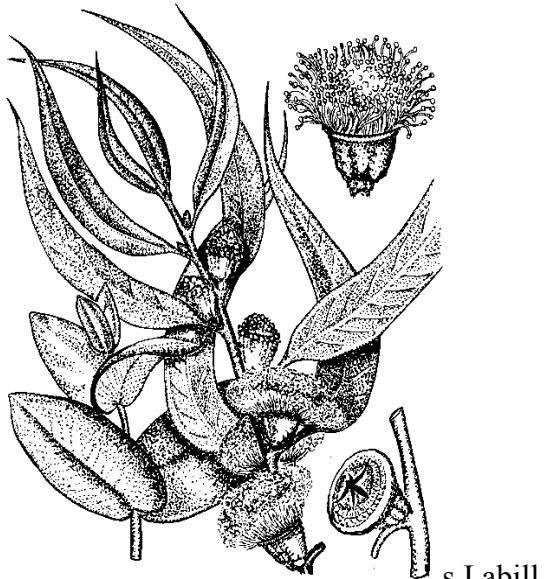


Рис.11. Эвкалипт шаровидный - *Eucalyptus globulus*

**Эвкалипт шаровидный** – *Eucalyptus globulus* Labill. (Миртовые – Myrtaceae R. Br.) (рис. 11). Родина – Австралия и сопредельные острова. Вечнозеленое быстрорастущее дерево. Кора ствола гладкая, беловато-серая. У растений хорошо выражена гетерофилия (разнолистность). Листья молодых растений сидячие, расположены супротивно, яйцевидные, старых – темно-зеленые, с очередным листорасположением, короткочерешковые, яйцевидные или ланцетные, серповидные или косозаостренные. Цветки одиночные, пазушные, сидячие или расположены на короткой цветоножке. Свежие листья содержат эфирное масло, главной составной частью которого является цинеол, а также миртенол, глобулон, альдегиды. В листьях

содержатся дубильные и смолистные вещества. Настойки листьев используются в качестве средства, отпугивающего комаров, москитов, муравьев, других насекомых. Благодаря выраженным антисептическим свойствам применяется для ингаляций при заболеваниях дыхательных путей, ларингитах, трахеитах, катаральных и гнилостных бронхитах, гангрене легких. Используются как местное анестетическое, сосудосуживающее, притивовоспалительное средство при бронхитах и бронхиальной астме, для смазывания носовых ходов при гриппе и простудных заболеваниях; в глазной практике иногда – при блефаритах; в кожной – при гнойничковых заболеваниях кожи, для промывания инфицированных ран, свищей, язв. Эвкалиптовое масло нашло применение при остеомиелитах, карбункулах, флегмонах, других гнойных заболеваниях. В гинекологической практике при эрозиях и язвах шейки матки. Вместе с водой или в спиртовом растворе как дезодорирующее средство. Наружно его назначают в качестве болеутоляющего при невралгиях, радикулите, люмбаго.

Химический состав и применение в лечебных целях нижеприведенных растений, обладающих выраженным фитонцидным эффектом, в настоящее время пока не известны.

**Акалифа Уилкса – *Acalypha wilcensiana* Muell.** (Молочайные – Euphorbiaceae) (рис. 12). Родина – острова Тихого океана, Индия, Южная Америка. Листья супротивные, яйцевидные, заостренные на концах, оригинальной окраски: на бронзово-зеленоватом фоне разбросаны медно-красные пятна, у некоторых других видов окаймлены желтой, белой, бордовой каймой. Цветки в колосовидных соцветиях, невзрачные.

**Плющ обыкновенный – *Hedera Helix*** (Аралиевые – Araliaceae) (рис. 13). Родина – Европа, Азия, Северная Африка.

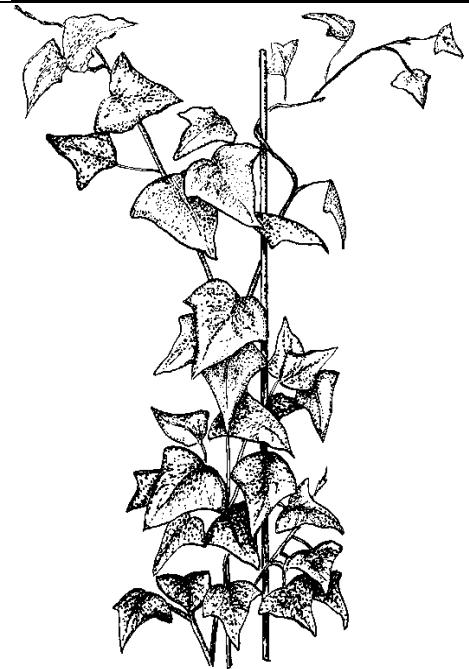


Рис. 13. Плющ обыкновенный – *Hedera Helix*

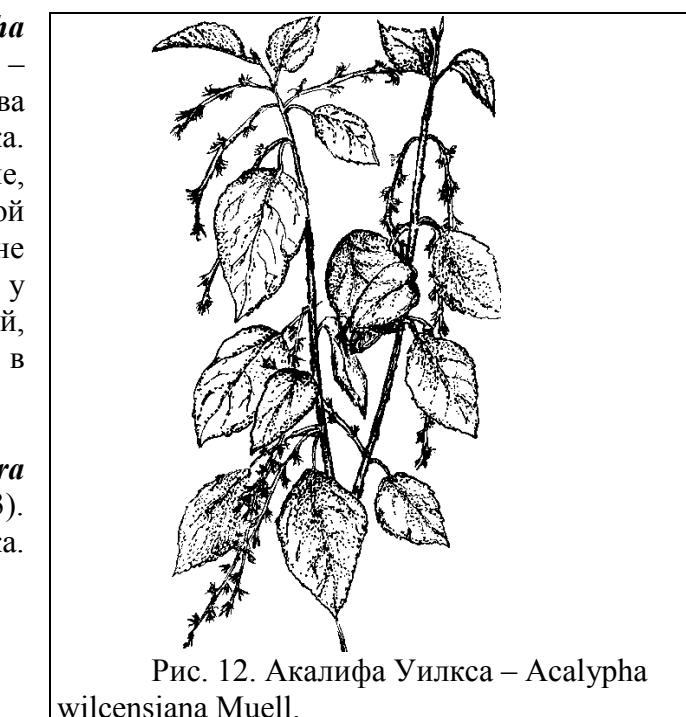


Рис. 12. Акалифа Уилкса – *Acalypha wilcensiana* Muell.

Стебли длинные, повисающие. На стеблях имеются воздушные корни-присоски, с помощью которых растение взбирается по стенам. Листья у растений разных сортов от тройчатых до пальчатых форм, с различной степенью рассеченности листовой пластинки. Цветки мелкие, собраны в соцветия – метелки.

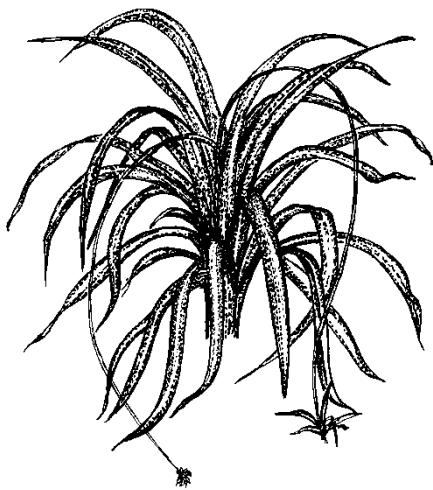


Рис. 14. Хлорофитум хохлатый – *Clorophitum comosum* L.

**Хлорофитум хохлатый – *Clorophitum comosum* L.** (Лилейные – Liliaceae Juss.) (рис. 14). Родина – Южная Африка. Ампельное растение с линейными или мечевидными листьями, собранными в прикорневые розетки. Около корневой шейки вырастают длинные поникшие цветоносы, на которых после цветения возникают «детки» (маленькие розетки листьев с воздушными корнями), используемые затем для вегетативного размножения. Цветки мелкие, белые, расположены на концах стеблей. Нетребователен к условиям полива и ухода. Обладает значительными фитонцидными свойствами.

### **2.3.3 Результаты и выводы:**

Оформите в тетради фитодизайн своей комнаты.

Предложите вариант интерьера озеленения помещения на выбор: вестибюля, административно-служебного помещения, зимнего сада застекленной галереи, длинного коридора, лестничной клетки, больничной палаты

## **2.3 Практическое занятие №3 ( 2 часа).**

### **Тема: Пространственная и демографическая структура популяций**

#### **2.3.1.Задание для работы:**

Задание 1 Определите характер пространственного распределения особей в популяции степной мышовки

На территории общей площадью 4500 га было заложено 10 учетных площадок размером 200x10 м каждая. Во время контрольных отловов мышовок на площадках были получены следующие результаты (табл. 3.5):

Задание 2 Построить возрастные пирамиды для популяций животных по исходным данным

На учетных площадках с помощью давилок было изъято 100 лесных мышей. Отловленные зверьки распределились по возрастным группам следующим образом: новорожденные — 17; ювенильные — 12; молодые — 8 ; взрослые первого года жизни — 24; перезимовавшие зрелые — 19; сенильные второго года жизни — 13; старые — 7.

Построить возрастные пирамиды для популяции лесной мыши:

- на момент изъятия животных;
- через 2 месяца после изъятия животных (для построения пирамиды используйте данные табл. 3.7).

#### **2.3.2.Краткое описание проводимого занятия:**

Пространственное распределение особей в популяциях при всем многообразии может быть сведено к 3-м основным типам: *равномерному, диффузному* (случайному) и *мозаичному* (групповому, островному). Тип пространственной структуры отражает реакции особей на благоприятные и неблагоприятные абиотические факторы и конкурентные отношения. Графическая интерпретация основных типов распределения и их модификаций представлена на рис. 3.1.

О характере пространственного распределения судят по показателю дисперсии (показателю рассеивания) —  $S^2$ . Дисперсию вычисляют по следующей формуле:

$$S^2 = \frac{\sum (x-m)^2}{n-1}.$$

Где  $m$  – среднее число особей в выборке (серии экспериментов);

$n$  – число выборок ( серий экспериментов);

$x$  - число особей в каждой выборке ( в каждом эксперименте).

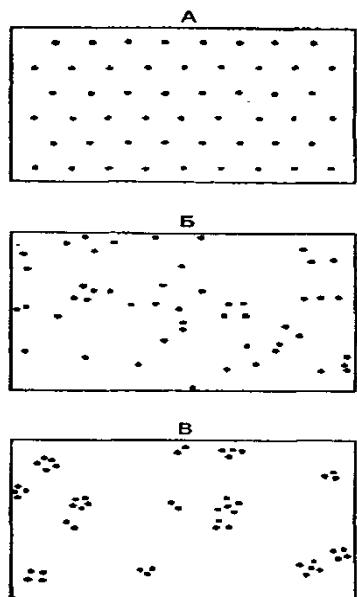


Рис.3.1 Пространственное распределение особей в популяциях  
 А- равномерное,  
 Б –диффузное,  
 В - мозаичное

Вычислив показатель дисперсии, можно сделать вывод о характере распределения особей по таблице 3.1.

Таблица 3.1 Характер распределения особей в популяции

Соотношение $S^2$ и $m$	Характер распределения
$S^2 = 0$	Равномерное
$S^2 = m$	Случайное
$S^2 > m$	Групповое

В случае равномерного распределения дисперсия равна нулю, поскольку число особей в каждой выборке постоянно и равно среднему значению. При диффузном распределении среднее  $m$  и дисперсия  $S^2$  равны. При мозаичном (групповом) распределении дисперсия выше среднего числа особей и разница между ними тем больше, чем сильнее тенденция особей к образованию скоплений

*Демографическая структура* отображает распределение всех членов популяции по полу и возрасту.

*Возрастная структура* показывает количественное соотношение всех возрастных групп в популяции. Возраст каждой особи определяется ее индивидуальными признаками (биологические критерии), а также условиями существования (экологические критерии). Возрастная структура может сильно меняться в зависимости от внешних условий — климата, сезона, биотического окружения и других.

Для количественной оценки возрастной структуры необходимо выделить все имеющиеся в популяции возрастные группы, т.е определить ее *возрастной спектр*. Для этого используют специальные *возрастные критерии*, которые могут сильно различаться у отдельных видов растений и животных. В самом общем виде в популяциях растений и животных различают возрастные периоды, представленные в табл. 3.2.

Таблица 3.2 — Возрастные периоды в жизненном цикле высших растений

Периоды	Возрастные состояния	Критерии возраста
Латентный	Покоящиеся семена	Наличие семядолей и зародыша, отсутствие побегов

Циргинальный (предгенеративный)	Проростки -р (всходы)	Наличие зародышевого корня и побегов; смешанное питание за счет запасных веществ семени и собственной ассимиляции
	Ювенильные - i	Переход к самостоятельному питанию; отсутствие семядолей, выход первичных листьев
	Имматурные - im	Смена типов нарастания побегов; начало ветвления побегов
	Виргинальные - v	Становление жизненной формы, наличие взрослых листьев, отсутствие генеративных побегов
Генеративный	Молодые генеративные – g <sub>1</sub>	Окончательное формирование подземных органов, листьев и генеративных побегов; окончательное становление жизненной формы растения
	Средневозрастные Генеративные - g <sub>2</sub>	Максимальный ежегодный прирост и семенная продуктивность растения
	Старые генеративные – g <sub>3</sub>	Резкое снижение генеративных функций, ослабление процессов корне- и побегообразования
Сенильный (постгенеративный)	Субсенильные - ss	Прекращение плодоношения, упрощение жизненной формы
	Сенильные - s	Дряхление, вторичное появление некоторых ювенильных признаков - формы листьев, характера побегов и проч.

У животных в самом общем виде выделяют три возрастных периода: *предрепродуктивный*, *репродуктивный* и *сенильный*, каждый из которых может включать несколько возрастных состояний. Возрастные критерии для каждого состояния резко отличаются у животных разных систематических групп.

В зависимости от соотношения возрастных групп выделяют следующие виды популяций:

1. *Инвазионные* популяции — состоящие почти полностью из ювенильных особей.
2. *Нормальные полночленные* популяции — представлены всеми возрастными группами.
3. *Нормальные неполночленные* популяции — представлены всеми возрастными группами, за исключением тех, которые не оказывают влияния на воспроизведение (сенильные особи).
4. *Регрессивные* популяции — представлены в основном суб- и сенильными особями.

Возрастную структуру популяций принято выражать с помошь возрастных пирамид. Впервые пирамиды были применены Ф. Бодингеймером в 1925 г. При построении пирамиды учитывается процентное соотношение возрастных групп особей в популяции. Количество пластов в пирамиде соответствует количеству выделяемых

возрастных групп, при этом в основание закладывается начальная возрастная группа (новорожденные особи), а на вершине — конечная Старые, сенильные особи). Примеры возрастных пирамид представлены на рисунках 3.2-3.4



Рис. 3.2 Инвазионная ценопопуляция

Для оценки демографических показателей популяций используются таблицы жизни введенные в экологию американским зоологом Р. Перлом в 1921 г. Каждая таблица включает: *возраст членов популяции, значения повозрастной смертности, рождаемости и выживаемости* (табл. 3.3). Эти показатели позволяют вычислить ожидаемую продолжительность жизни каждой возрастной группы и ее репродуктивную ценность.



Рис 3.3. Нормальная ценопопуляция ( варианты)

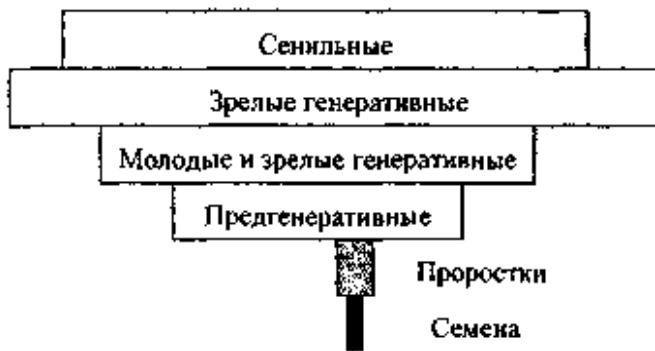


Рис 3.4 Регрессивная ценопопуляция

Таблица 3.3. Демографические параметры в гипотетической популяции животных

Возраст, x	Выживаемость, $I_x$	Рождаемость, $m_x$	Продолжительность жизни, $E_x$
0(новорожденные)	100%	0%	3,0
1(молодые)	80	40	2,5
2(взрослые)	60	100	2,0
3(зрелые)	40	60	1,5
4(сенильные)	20	0	1,0

Определение продолжительности жизни возрастных групп:  $E_0 = (I_0 + I_1 + I_2 + I_3 + I_4) / I_0 = (100 + 80 + 60 + 40 + 20) / 100 = 300 / 100$ .

$$E_1 = (I_1 + I_2 + I_3 + I_4) / I_1 = (80 + 60 + 40 + 20) / 80 = 200 / 80 = 2,5.$$

$$E_2 = (I_2 + I_3 + I_4) / I_2 = (60 + 40 + 20) / 60 = 120 / 60 = 2,0.$$

$$E_3 = (I_3 + I_4) / I_3 = (40 + 20) / 40 = 60 / 40 = 1,5.$$

$$E_4 = I_4 / I_4 = 20 / 20 = 1,0.$$

### 2.3.3 Результаты и выводы:

Таблица 3.5 Результаты контрольных отловов мышовок

№ площадки	Количество отловленных зверьков	№ площадки	Количество отловленных зверьков
1	12 экз	6	14 экз
2	17 экз	7	21 экз
3	22 экз	8	9 экз
4	13 экз	9	6 экз
5	28 экз	10	18 экз

Определите: численность и среднюю плотность популяции степной мышовки; показатели территориального распределения и тип пространственной структуры популяции. Полученные данные запишите в таблицу 3.6.

Таблица 3.6. Основные характеристики пространственного распределения особей в популяции степной мышовки

n	x	m (средняя численность)	(x-m)	(x-m) <sup>2</sup>	$\Sigma(x-m)^2$	$S^2$
1	28					
2	12					
3	17					
4	22					

5	13					
---	----	--	--	--	--	--

Вывод

Таблица 3.7. Демографические показатели в популяции лесной мыши

Возраст, x	Выживаемость, $I_x$	Рождаемость, $m_x$
0(новорожденные)	100%	0%
1(ювенильные)	90	10
2(молодые)	70	20
3(взрослые)	50	100
4(зрелые)	40	80
5(сенильные)	10	10
6(старые)	0	0

## 2.4 Практическое занятие №4 ( 2 часа).

### Тема: Основные характеристики биоценозов

#### 2.4.1. Задание для работы:

##### Задание 1 оценить основные характеристики природного фитоценоза

На 8 стандартных геоботанических площадках размером 20Х20 м проводили качественный и количественный учет флоры. Результаты занесены в таблицу 4.1

Таблица 4.1. Основные параметры фитоценоза

Вид	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>	П <sub>6</sub>	П <sub>7</sub>	П <sub>8</sub>	Общее количество
Щетинник зеленый	2	1	10	8	13	14	20	4	
Овсяница луговая	0	1	3	5	0	2	5	21	
Ковыль Лессинга	35	47	12	12	18	9	6	15	
Ковыль Залесского	12	0	0	28	0	14	20	5	
Тырса	2	1	0	4	0	1	3	0	
Типчак	3	8	2	4	5	6	8	6	
Рябчик русский	2	0	0	0	6	1	0	2	
Полынь австрийская	2	0	8	2	0	0	0	0	
Полынь горькая	1	1	2	4	0	1	1	0	
Валериана клубненосная	2	4	3	7	2	2	5	1	
клевер луговой	1	0	0	0	0	0	0	0	
Тимьян	2	2	5	0	1	2	3	4	

##### Задание 2 Оцените основные характеристики природного зооценоза

На 8 стандартных геоботанических площадках размером 20Х20 м проводили отлов мелких млекопитающих. Результаты занесены в таблицу 4.2

Таблица 4.2. Основные параметры зооценоза

Вид	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>	П <sub>6</sub>	П <sub>7</sub>	П <sub>8</sub>	Общее количество
Полевка обыкновенная	5	25	1	18	12	17	3	8	
Полевка рыжая	0	0	20	1	0	2	8	2	
Полевка темная	1	1	3	1	0	0	5	0	
Мышовка степная	25	37	1	17	13	24	11	20	
Мышь лесная	1	2	15	4	0	1	0	5	
Мышь-малютка	2	1	3	4	2	1	1	0	
Хомячок Эверсмана	3	1	1	2	0	0	5	0	
Слепушонка обыкн.	5	4	4	3	2	0	1	3	
Бурозубка обыкновенная	3	0	8	1	6	2	5	1	
Бурозубка малая	1	0	0	0	1	0	2	0	
Ласка	1	0	0	0	0	0	0	0	
Пеструшка степная	12	4	4	0	8	1	13	2	

#### 2.4.2.Краткое описание проводимого занятия:

Синэкологией называют раздел экологии, изучающий природные сообщества. К числу важнейших понятий синэкологии относятся следующие:

Биоценоз – исторически сложившиеся объединение живых организмов, соответствующее по своему видовому составу и числу особей некоторым средним условиям среды и связанное системой разнообразных объединяющих связей.

Биотоп – участок земной поверхности, водной или почвенной среды, в котором на определенном протяжении складываются однородные условия и формируется определенный биоценоз.

Биогеоценоз – естественное природное образование, объединяющее биотоп и биоценоз, между отдельными элементами которых складываются устойчивые взаимодействия, в результате чего формируется единый взаимосвязанный комплекс.

Экологическая система (экосистема) - естественная природная единица, состоящая из ряда живых и абиогенных элементов, между которыми осуществляется закономерный обмен веществом, энергией и информацией.

Видовая структура биоценоза - совокупность популяций всех видов организмов, формирующих биоценоз и их соотношение по численности или массе.

К важнейшим характеристикам биоценозов относятся: видовой состав, разнообразие видовой структуры, обилие вида, частота встречаемости, постоянство и степень доминирования вида.

Видовой состав биоценоза определяется общим количеством видов и их популяций в данном сообществе. Этот показатель можно охарактеризовать с помощью индексов разнообразия, которые отражают взаимосвязь между количеством видов в сообществе и их соотношением по числу особей. Наиболее известен индекс разнообразия Шеннона, который вычисляется по формуле:

$$H = - \sum p \log_2 p$$

Где  $p$  - доля каждого вида в сообществе;

$\log_2 p$  - двоичный логарифм от доли каждого вида( $p$ )

Другим распространенным показателем является индекс разнообразия Макинтоша:

$$H = \frac{N - D}{N - \sqrt{N}},$$

Где H – индекс разнообразия

N – общее число особей всех видов в сообществе

D – мера разнообразия видов

Мера разнообразия вычисляется по формуле:

$$D = \sqrt{n_1^2 + n_2^2 + n_3^2 + \dots + n_x^2},$$

Где n – число особей отдельных видов

Индекс разнообразия Макинтоша изменяется от 0 (только один вид) до 1 (максимальное разнообразие и равномерное распределение видов по численности)

Обилие вида (плотность вида – Р) показывает число особей данного вида на единицу площади или объема в сообществе. Это характеристика отражает интенсивность заселения организмами одного вида (популяции) жизненного пространства. Обилие можно выразить в традиционных единицах (экз/кв.м.; экз/га; экз/куб.м и др) или с помощью условной шкалы:

0 баллов – отсутствие вида;

1 балл – вид представлен единичными особями;

2 балла – встречается редко и рассеянно;

3 балла – встречается умеренно;

4 балла – особи данного вида заселяют территорию плотно;

5 баллов – особи заселяют территорию предельно плотно.

Частота встречаемости (С) – показывает равномерность или неравномерность распределения видов в биоценозах. Определяется по формуле:

$$C = \frac{N_1}{N_2} \cdot 100\%,$$

Где N – число проб, где встречается вид;

N – общее число проб.

Постоянство вида (G) – показатель, связанный с частотой встречаемости.

Если G больше 50% - вид имеет статус постоянного;

G = 25-50% - статус добавочного;

G < 25% - статус случайного;

G = 1-2% - вид считается уникальным для данного сообщества.

Степень доминирования (D) – показатель, отражающий отношение числа особей данного вида к числу особей всех видов в биоценозе.

$$d = \frac{n}{N} \cdot 100\%,$$

Вид называют абсолютным доминантом, если D > 90%. Если это значение в совокупности набирают несколько видов сообщества (не более трех), то все они обозначаются доминантными, при этом друг по отношению к другу они выступают как содоминанты.

### **2.4.3 Результаты и выводы:**

Определите: общую численность растений отдельных видов на всех площадках, индекс разнообразия фитоценоза ( по методу Шеннона и Макинтоша), обилие вида, частоту встречаемости и постоянство видов, степень доминирования видов. Сделайте выводы.

Определите: общую численность млекопитающих отдельных видов на всех площадках, индекс разнообразия зооценоза ( по методу Шеннона и Макинтоша), обилие вида, частоту встречаемости и постоянство видов, степень доминирования видов. Сделайте выводы.

## **2.5 Практическое занятие №5 ( 2 часа).**

**Тема:** Антропогенные факторы среды и их влияние на организм человека

### **2.5.1. Задание для работы:**

**Определите количество антропогенных загрязнений, попадающих в окружающую среду в результате работы автотранспорта.**

Выберите участок автотрассы вблизи учебного заведения (места жительства, отдыха) длиной 0,5 - 1 км, имеющий хороший обзор (из окна, из парка, прилегающей территории).

Измерьте шагами длину участка (в м), предварительно определив среднюю длину своего шага.

Определите количество единиц автотранспорта, проходящего по участку в какой-либо период времени в течение 20 минут. При этом заполняйте таблицу 5. 1.

Таблица 5.1

Тип автотранспорта	Кол-во, шт.	Всего за 20 мин.	За 1 час, $N_j$	Общий путь за 1 час (L, км)
Легковые автомобиль	1111111111	14	42	
Грузовой автомобиль				
Автобус				
Дизельный грузовой автомобиль				

Количество единиц автотранспорта за 1 час рассчитывают, умножая на 3 количество, полученное за 20 мин.

Количество выбросов вредных веществ, поступающих от автотранспорта в атмосферу, можно оценить расчетным методом. Исходными данными для расчета количества выбросов являются:

- количество единиц автотранспорта, проезжающего по выделенному участку автотрассы в единицу времени;
- нормы расхода топлива автотранспортом (средние нормы расхода топлива автотранспортом при движении в условиях города приведены в табл. 5.2).

Таблица 5.2

Тип автотранспорта	Средние нормы расхода топлива (л на 100 км)	Удельный расход топлива $Y_j$ (л на 1 км)
Легковой автомобиль	11 – 13	0,11 - 0,13
Грузовой автомобиль	29 – 33	0,29 - 0,33
Автобус	41 – 44	0,41 - 0,44
Дизельный грузовой автомобиль	31 – 34	0,31 - 0,34

Значения эмпирических коэффициентов (К), определяющих выброс вредных веществ от автотранспорта в зависимости от вида горючего, приведены в табл. 5.3.

Таблица 5. 3

Вид топлива	Значение коэффициента (К)		
	Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизельное топливо	0,1	0,03	0,04

Коэффициент К численно равен количеству вредных выбросов соответствующего компонента в литрах при сгорании в двигателе автомашины количества топлива (также в литрах, необходимого для проезда 1 км, т. е. равного удельному расходу).

### 2.5.2.Краткое описание проводимого занятия:

*Антропогенные факторы среды* – это факторы, возникновение которых обусловлено хозяйственной или иной деятельностью человека.

Наибольшую опасность для человека и животных представляют экотоксиканты. *Экотоксиканты – вредные химические вещества, загрязняющие окружающую среду и отравляющие находящиеся в ней живые организмы.* Основными источниками их поступления являются: предприятия химической, нефтеперерабатывающей, металлургической, деревообрабатывающей, топливной и других промышленных отраслей; различные виды транспорта (особенно автомобильный; ТЭЦ и другие энергетические установки; сельскохозяйственное производство (минеральные удобрения, пестициды); АЭС и предприятия, использующие атомную энергию (радионуклиды) и т.д.

В современном обществе ежедневно используются сотни тысяч химических веществ. Невозможно контролировать множество химических реакций между этими веществами, их индивидуальные и комбинированные токсические эффекты. Среди десяти наиболее опасных веществ и факторов воздействия следует назвать тяжелые металлы (Hg, Co, Mo, Pb, Cd, As, Zn, Cu и др.), летучие органические соединения, формальдегид, пестициды, побочные продукты сгорания (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> и др.), ядовитые и канцерогенные вещества в продуктах питания, пыль, асбест, бактерии, радиацию.

В настоящее время автотранспорт является одним из основных загрязнителей атмосферы оксидами азота NO<sub>x</sub> (смесью оксидов азота NO и NO<sub>2</sub>) и угарным газом (оксидом углерода (II), CO), содержащимися в выхлопных газах. Доля транспортного загрязнения воздуха составляет более 60% по CO и более 50% по NO<sub>x</sub> от общего загрязнения атмосферы этими газами. Повышенное содержание CO и NO<sub>x</sub> можно обнаружить в выхлопных газах неотрегулированного двигателя, а также двигателя в режиме прогрева. Концентрация оксида углерода (II) в выхлопных газах автомобиля составляет 0,3 - 10 % об., углеводородов (несгоревшее топливо) – до 3% об. и оксидов азота до 0,8%.

Последствия отрицательного воздействия на организм человека основных загрязнителей воздуха, попадающих в атмосферу из выхлопных (отработанных) газов, приведены в табл. 5.4.

*Таблица 5.4 Влияние выхлопных газов автомобилей на здоровье человека (по X. Ф. Френчу, 1992)*

Вредные вещества	Последствия воздействия на организм человека
Окись углерода	Препятствует адсорбированию кровью кислорода, что

	ослабляет мыслительные способности, замедляет рефлексы, вызывает сонливость и может быть причиной потери сознания и смерти.
Окислы азота	Могут увеличивать восприимчивость организма к вирусным заболеваниям (типа гриппа), раздражать легкие, вызывать бронхит и пневмонию.
Озон	Раздражает слизистую оболочку органов дыхания, вызывает кашель, нарушает работу легких; снижает сопротивляемость к простудным заболеваниям; может обострять хронические заболевания сердца, а также вызывать астму, бронхит.
Токсичные выбросы (тяжелые металлы)	Вызывают рак, нарушения половой системы и дефекты у новорожденных.

Антропогенные факторы оказывают на человека не только непосредственное влияние, изменения химический состав вдыхаемого воздуха и питьевой воды, но и опосредованное, вызывая нарушение экологического равновесия в природе. В свою очередь, перенос и рассеивание загрязнений в биосфере обусловлены не только абиотическими факторами (циркуляция атмосферы, почвенные растворы, течения в океане и др.), они поглощаются живыми организмами и, перемещаясь по пищевым цепям, увеличивают во много раз свою концентрацию, оказывают вредное воздействие на природные экосистемы, живые организмы и человека. В трофических цепях экосистем химические вещества концентрируются. Установлено, что по мере перемещения ДДТ по цепям питания его концентрация увеличивается во много раз.

Большинство химических веществ из почвы и воды попадают в организм растений и животных и, обладая низким периодом полувыведения, аккумулируются в них. Высокотоксичными являются зерновые культуры, продукты шельфовой зоны, мясо крупного рогатого скота. Высокий коэффициент кумуляции многих химических веществ, попадающих с продуктами питания в организм человека, способствует накоплению их и в организме тех групп населения, которые проживают в химически загрязненных районах, но не контактируют с ними в условиях производственной среды. Превышение максимально недействующих доз (МНД), к которым человеческий организм приспособился в ходе естественной эволюции, приводит к срыву защитных механизмов и развитию патологии.

Кроме того, современные технологии изготовления продуктов питания зачастую предполагают применение консервантов, эссенций, которые могут вредить здоровью. На этикетках качественных товаров производители указывают индекс, представленный буквой Е и трехзначной цифрой. Каждый индекс соответствует веществу, которое может нанести вред.

Об опасности говорят индексы: Е 102, Е 110, Е 120, Е 124, Е 127. Очень опасны товары с индексом Е 123. К товарам с сомнительными качествами относятся продукты с индексом Е 104, Е 122, Е 141, Е 150, Е 151, Е 161, Е 173, Е 180. Запрещены товары с индексами Е 103, Е 106, Е 111, Е 121, Е 125, Е 126, Е 130, Е 131, Е 152, Е 181. На товарах, содержащих канцерогены, нанесены индексы: Е 217, Е 239, Е 330. Продукты с индексами Е 250, Е 251 противопоказаны при гипертонии. Вызывают сыпь продукты с индексами Е 311, Е 312. На товарах с повышенным содержанием холестерина имеются индексы Е 320, Е 321. Продукты с индексами Е 221 - 226; Е 338, Е 340, Е 407, Е 450, Е 461, Е 462, Е 463, Е 465, Е 468, Е 477 вызывают нарушение пищеварения. Если на этикетке имеются цифры или индексы, не вошедшие в перечень, товар безупречен. Наличие перечисленных компонентов укладывается в стандарты качества, но потребитель должен сам решать – употреблять такой продукт или нет, так как от его употребления можно ожидать любых последствий.

### 2.5.3 Результаты и выводы:

Рассчитайте общий путь, пройденный выявленным количеством автомобилей каждого типа за 1 час (L, км), по формуле:

$$L_j = N_j \cdot l,$$

где j - обозначение типа автотранспорта; l - длина участка, км; N<sub>j</sub> - количество автомобилей каждого типа за 1 час.

Полученный результат занесите в табл. 2.

Рассчитайте количество топлива (Q<sub>j</sub>, л) разного вида, сжигаемого при этом двигателями автомашин, по формуле:

$$Q_j = L_j \cdot Y_j.$$

Значения Y<sub>j</sub> возьмите из табл. 5.3. Полученный результат занесите в табл. 5.

Определите общее количество сожженного топлива каждого вида ( $\Sigma Q$ ) и занесите результат в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Тип автомобиля	N <sub>j</sub>	Q <sub>j</sub> , в том числе	
		Бензин	Дизельное топливо
1. Легковой			
2. Грузовой			
3. Автобус			
4. Дизельный грузовой			
Всего		$\Sigma Q$	

Рассчитайте количество выделившихся вредных веществ в литрах при нормальных условиях по каждому виду топлива и всего, занесите результат в табл. 5. 6.

Таблица 5.6

Вид топлива	$\Sigma Q$ , л	Количество вредных веществ, л		
		CO	Углеводороды	NO <sub>2</sub>
Бензин				
Дизельное топливо				
Всего	(V), л			

Рассчитайте массу выделившихся вредных веществ (m, г) по формуле:

$$m = \frac{V \cdot M}{22,4},$$

где M – молекулярная масса, V – суммарное количество топлива.

Рассчитайте количество чистого воздуха, необходимое для разбавления выделившихся вредных веществ для обеспечения санитарно-допустимых условий окружающей среды.

Результаты запишите в табл. 5. 7.

Таблица 5. 7

Вид вредного вещества	Кол-во, л	Масса, г	Кол-во воздуха для разбавления, м <sup>3</sup>	Значение ПДК, мг/м <sup>3</sup>
CO				
Углеводороды				
NO <sub>2</sub>				

Принимая во внимание близость к автомагистрали жилых и общественных зданий, сделайте вывод об экологической обстановке в районе исследованного вами участка автомагистрали.

### 2.6 Практическое занятие №6 ( 2 часа).

**Тема: Определение питательных веществ, необходимых организму человека**

**2.6.1. Задание для работы: Определите степень обеспеченности организма человека витаминами и микроэлементами.**

При помощи тестов (табл. 6.1-6.9) определите, достаточно ли ваш организм обеспечен микроэлементами и витаминами.

**Таблица 6. 1 Тест на обеспеченность магнием**

Вопрос	Да	Нет
Часто ли у вас бывают судороги (в частности, ночные судороги икроножных мышц)?		
Страдаете ли вы болями в сердце, учащенным сердцебиением и сердечной аритмией?		
Часто ли у вас случается защемление нервов, например в области спины?		
Часто ли вы ощущаете онемение, например, в руках?		
Часто ли вам угрожают стрессовые ситуации?		
Регулярно ли вы употребляете алкогольные напитки?		
Регулярно ли вы применяете мочегонные средства?		
Много ли вы занимаетесь спортом?		
Предпочитаете ли вы белый хлеб и изделия из белой муки или отдаете предпочтение изделиям из муки грубого помола?		
Редко ли вы употребляете в пищу салат и зеленые овощи?		
Во время готовки картофеля и овощей используете ли вы длительную водную обработку или варите их в большом количестве воды?		
При покупке минеральной воды обращаете ли вы внимание на содержание в ней магния?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен магнием.

**Таблица 6. 2**

**Тест на обеспеченность калием**

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы мышечной слабостью?		
Повышено ли у вас давление?		
Склонны ли вы к отекам?		
Страдаете ли вы от пассивной деятельности кишечника?		
Принимаете ли вы регулярно мочегонные препараты?		
Употребляете ли вы регулярно в большом количестве алкогольные напитки?		
Очень ли активно вы занимаетесь спортом?		
Едите ли вы мало свежих фруктов?		
Редко ли салат и овощи попадают на ваш стол и в малых ли количествах?		
Едите ли вы мало картофеля?		
Во время готовки картофеля и овощей используете ли вы длительную водную обработку или варите их в большом количестве воды?		
Редко ли вы употребляете фруктовые и овощные соки?		
Редко ли вы едите сухофрукты?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен калием.

Таблица 6. 3

**Тест на обеспеченность железом**

Вопрос	Да	Нет
Часто ли вы чувствуете усталость и подавленность?		
Произошли ли у вас в последнее время изменения волос и ногтей (например, нетипичная бледность и шероховатость кожи, ломкие волосы, вмятины на ногтях)?		
Теряете ли вы в последнее время много крови, например, в авариях или через донорство?		
Обильны ли ваши менструации?		
Вы беременны?		
Занимаетесь ли вы профессиональным спортом?		
Редко ли вы употребляете или вовсе не едите мясо?		
Выпиваете ли вы более трех чашек черного чая или кофе в день?		
Едите ли вы мало овощей?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен железом.

Таблица 6. 4

**Тест на обеспеченность кальцием**

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы остеопорозом?		
Бывает ли у вас аллергия, например, на солнце?		
Принимаете ли вы регулярно препараты с кортизоном?		
Часто ли у вас бывают судороги?		
Вы беременны?		
Выпиваете ли вы ежедневно меньше 1 стакана молока?		
Употребляете ли вы мало таких молочных продуктов, как йогурт или сыр?		
Пьете ли вы ежедневно напитки типа «кола»?		
Употребляете ли вы мало зеленых овощей?		
Вы едите много мяса и колбасы?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен кальцием.

Таблица 6.5

**Тест на обеспеченность витамином А и бета-каротином**

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы «куриной слепотой»?		
Часто ли вы ночью водите машину?		
Много ли вы работаете с экраном?		
Ваша кожа сухая и шелушащаяся?		
Страдаете ли вы повышенной восприимчивостью к инфекции?		
Вы много курите?		
Вы редко едите темно-зеленые овощи, такие, как листовой салат, зеленая капуста или шпинат?		
Редко ли попадают в ваше меню сладкий перец, морковь и помидоры?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином А и бета-каротином.

Таблица 6.6

**Тест на обеспеченность витаминами группы В**

Вопрос	Да	Нет
Часто ли вы чувствуете себя неспособным к деятельности и лишенным энергии?		
Легко ли вы раздражаетесь?		
Часто ли вы подвергаетесь стрессам?		
Есть ли у вас проблемы с кожей, например сухая кожа, трещины в уголках рта?		
Вы регулярно употребляете алкогольные напитки?		
Отдаете ли вы предпочтение продуктам из муки грубого помола?		
Вы не едите мясо вообще?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витаминами группы В.

Таблица 6.7

**Тест на обеспеченность витамином С**

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы частыми простудами или повышенной восприимчивостью к инфекциям?		
Вы выкуриваете больше 5 сигарет в день?		
Часто ли вы принимаете медикаменты с ацетилсалициловой кислотой и обезболивающими?		
Редко ли вы едите свежие овощи?		
Вы едите мало сырых салатов?		
Часто ли вы едите сохраняющуюся в тепле или вновь разогретую еду?		
Вы варите овощи и картофель в большом количестве воды?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином С.

Таблица 6.8

**Тест на обеспеченность витамином D**

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы остеопорозом?		
Избегаете ли вы солнца?		
Вы едите мало рыбы, мяса и яиц?		
Избегаете ли вы масла или маргарина?		
Вы не едите грибы?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином D.

Таблица 6.9

**Тест на обеспеченность витамином Е**

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы нарушениями кровоснабжения?		
У вас слабые соединительные ткани?		
Образуются ли у вас после повреждения некрасивые шрамы?		
Часто ли вы бываете на солнце?		
Вы курите?		
Часто ли вы подвергаетесь негативному влиянию, например, смога или		

выхлопных газов?		
Часто ли вы употребляете растительные масла?		
Вы не употребляете растительный маргарин?		
Вы не употребляете продукты из муки грубого помола?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином Е.

### 2.6.2. Краткое описание проводимого занятия:

Организму человека необходимы практически все элементы, входящие в таблицу Менделеева. Но по оценке Института питания РАМН в нашей пище все явственнее не хватает многих элементов, в том числе неорганической природы, что вызвано особенностями переработки продуктов, длительностью их хранения, снижением потребления овощей и фруктов.

Так, для нормальной жизнедеятельности важен высокий уровень **кальция**, хранилище которого – желудок, кишечник, позвоночник, кости. Составляет он и минеральную основу костной ткани зубов, необходим для нормальной возбудимости нервной системы, участвует в процессе свертывания крови, сопрягает процессы синтеза и секреции в клетках, активирует сократительную функцию мышечной ткани.

**Калий** содержится в мышцах, особенно много его содержат мышцы сердца. Способствует выведению из организма воды.

**Магний**, содержащийся в поперечно-полосатой мускулатуре, необходим для поддержания нормальной возбудимости нервной системы, функции сокращения мышц. При его недостатке появляются судороги в мышцах.

В костном мозге, селезенке, печени наивысшее содержание **железа**, необходимого для образования эритроцитов и поддержания физиологических функций организма.

Витамины — группа низкомолекулярных органических соединений относительно простого строения и разнообразной химической природы.

Витамины не образуются в организме человека или образуются в недостаточных количествах, поэтому должны поступать извне. Витамины активны в очень малых количествах — суточная потребность в отдельных витаминах выражается в миллиграммах или их тысячных долях — микрограммах (мкг).

Выделяют водорастворимые (С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, В<sub>12</sub> и В<sub>5</sub>), жирорастворимые (А, Е и К) витамины и витамино-подобные вещества (холин, биофлавоноиды (витамин Р), пангамовая, оротовая и липоевая кислоты и другие).

А - Улучшает зрение, стимулирует иммунитет, способствует заживлению и обновлению кожи, защищает печень.

В1 - Регулирует углеводный обмен и водный баланс, снижает потребность в инсулине и усиливает его действие, препятствует развитию атеросклероза.

В2 -

Влияет на обмен веществ, стимулирует рост организма и заживление тканей, поддерживает нормальное зрение.

В6 - Регулирует деятельность нервной системы, уча-В6 ствует в обмене аминокислот, углеводов и жиров, усиливает сокращение сердечной мышцы.

В12 - Хорошо влияет на печень и нервную систему, активизирует свертывающую систему крови.

С - Участвует в обмене углеводов, повышает сопротивляемость инфекциям, повышает свертываемость крови.

Д - Регулирует фосфорно-кальциевый обмен, способствует минерализации и укреплению костей.

Е - Влияет на белковый и жировой обмены, защищает организм при недостатке кислорода.

F - Улучшает заживление кожи и слизистых оболочек, препятствует развитию атеросклероза.

PP - Участвует в углеводном и белковом обменах, благоприятно сказывается на сердечной мышце, расширяет сосуды, улучшает функции печени.

Стоит запомнить:

- витамин А действует наиболее эффективно, если его принимать с витаминами группы В (комплексом), Д, Е; его действие усиливается также такими минеральными элементами, как кальций, фосфор и цинк;
- витамины группы В очень хорошо сочетаются с витамином С. Его воздействие на организм человека усиливает также сочетание с магнием;
- витамин С лучше усваивается, если его принимать с такими минеральными элементами, как кальций и магний;
- витамин Д наиболее хорошо сочетается с витаминами А, С, а также с кальцием и фосфором.

Что мешает организму усваивать витамины

Необходимо помнить, что некоторые лекарства препятствуют усвоению витаминов и выводят из организма человека ценные микроэлементы. То же самое можно сказать и о некоторых вредных привычках. Так например:

- алкоголь разрушает витамины А, группы В, а также кальций, цинк, калий, магний и железо;
- никотин разрушает витамины А, С, Р и селен;
- кофеин разрушает витамины группы В, РР, а также снижает содержание железа, калия, цинка, кальция;
- аспирин уменьшает содержание витаминов группы В, С, А, а также кальция и калия;
- снотворные средства затрудняют усвоение витаминов А, Д, Е, В12, а также существенно снижают уровень кальция;
- антибиотики разрушают витамины группы В, а также железо, кальций, магний;
- мочегонные средства выводят из организма витамины группы В, а также магний, цинк и калий;
- слабительные средства препятствуют усвоению витаминов А, Д, Е.

В рационе человека обязательно должны быть продукты с высоким содержанием некоторых важных компонентов, которые препятствуют возникновению стрессов или снимают нервное напряжение.

- Витамин В1 - смягчает депрессию и препятствует нарастанию признаков беспокойства;
- Витамин С - необходим для снятия стресса;
- Витамин Е - активно участвует в снабжении мозга кислородом;
- Фолиевая кислота - ее недостаток в организме вызывает нервные заболевания;
- Цинк - обеспечивает нормальное функционирование мозга;
- Магний - противодействует развитию стресса;
- Марганец - действует успокаивающе, снимает раздражение;
- Кальций - расслабляет, снимает напряжение.

### **2.6.3 Результаты и выводы:**

Проанализируйте результаты тестовых заданий и сделайте вывод о степени обеспеченности вашего организма витаминами, макро- и микроэлементами.

## **2.7 Практическое занятие №7 ( 7 часа).**

**Тема: Определение функционального состояния и адаптивных возможностей организма**

### **2.7.1. Задание для работы:**

1. Исследуйте функциональное состояние системы кровообращения с помощью ортостатической пробы.
2. Определите функциональное состояние сердечно-сосудистой системы с помощью пробы Маринэ.
3. Оцените состояние здоровья и резервных возможностей адаптационных систем, используя тест МПК.

### **2.7.2. Краткое описание проводимого занятия:**

Любой вид деятельности в организме человека достигается благодаря тесному взаимодействию органов, тканей и физиологических систем. Эта взаимосвязь формируется на основе интегральных нейрогуморальных механизмов регуляции и представляет единую функциональную систему. Механизмы нейрогуморальной регуляции обеспечивают сохранение жизненно важных констант как в относительно малом диапазоне их колебания, так и относительно большом диапазоне вариативности, что дает возможность широких колебаний в состоянии функций организма в различных условиях окружающей среды (частота пульса, перестройка двигательных координаций и др.). Организм человека и животных обладает гомеостатическим и адаптивными механизмами регуляции. Адаптивная регуляция физиологических процессов характеризуется совокупностью физиологических сдвигов, развивающихся в клетке, органах, тканях, системах и организме в целом. Гомеостатические механизмы стремятся стабилизировать этот новый уровень, т. е. удержать на нем активность сформированных функциональных систем и не допускать отклонений физиологических параметров от значений новой адаптивной установки.

Так как в течение жизни индивид подвергается действию самых различных раздражителей, требующих адаптации, каждый человек должен знать и правильно оценивать возможности своего организма и помнить, что чрезмерная деятельность, сила и частота адаптационных процессов могут вызвать перенапряжение комплекса компенсаторных механизмов.

Для оценки функционального состояния и степени тренированности сердечно-сосудистой системы применяют следующие пробы: ортостатическую, Маринэ, Штанге. Функциональные пробы позволяют установить не только степень тренированности, но и состояние регуляторных систем организма. Так, при изменении положения тела из горизонтального в вертикальное происходит перераспределение крови. Это вызывает рефлекторную реакцию в системе регуляции кровообращения, обеспечивающую нормальное кровоснабжение всех органов и, в первую очередь, головного мозга. Здоровый организм реагирует на изменение положения тела быстро и эффективно, поэтому неизбежные при этом колебания частоты пульса и величины артериального давления невелики. Однако при нарушении механизма регуляции периферического кровообращения колебания частоты пульса и величины артериального давления при переходе из горизонтального положения в вертикальное выражены более значительно.

Для оценки резервных возможностей адаптационных систем и состояния здоровья используют тест максимального потребления кислорода (МПК). Этот тест позволяет судить о резервных возможностях дыхательной, сердечно-сосудистой и гипоталамо-гипофизарно-адренокортиkalной систем, поскольку величина МПК зависит главным образом от развития системы дыхания и кровообращения. Поэтому Всемирная организация здравоохранения считает МПК объективным и информативным показателем

функционального состояния кардиореспираторной системы, интегративным показателем функциональных возможностей человека. Этот показатель характеризует предел возможного потребления кислорода при возрастании мышечной работы.

Исследование функционального состояния системы кровообращения с помощью ортостатической пробы.

Студенты работают в парах. Многократно подсчитывается пульс (если есть возможность, то измеряется и артериальное давление) до получения стабильного результата в положении стоя и в положении лежа. Затем проводят те же измерения сразу же после изменения положения тела и по истечении 1,3,5 и 10 мин. Таким образом оценивается быстрота восстановления частоты пульса и величины артериального давления. Обычно частота пульса достигает первоначального значения (замеренного в положении стоя и до проведения пробы) через 2 мин. Хорошей переносимостью пробы считается учащение пульса не более чем на 11 ударов, удовлетворительной - на 12-18 ударов, неудовлетворительной - на 19 ударов и более.

Определение функционального состояния сердечно-сосудистой системы с помощью пробы Маринэ.

Студенты работают в парах. Измеряется величина артериального давления и подсчитывается частота пульса в состоянии покоя. Затем обследуемый выполняет 20 низких (глубоких) приседаний (ноги на ширине плеч, руки вытянуты вперед) в течение 30 с. Непосредственно после нагрузки и вплоть до полного восстановления измеряют все показатели.

Определение функционального состояния системы дыхания с помощью пробы Штанге.

Студенты работают в парах. Подсчитывается частота пульса в минуту в состоянии покоя. Затем в положении сидя после глубокого вдоха и выдоха делают вдох глубиной 80% максимального. Затем, задержав дыхание на возможно долгий срок, закрывают рот, зажимают нос пальцами. В конце вдоха включают секундомер и измеряют время задержки дыхания. Сразу же после окончания задержки дыхания определяют частота пульса (за 1 мин).

Информативность этого теста можно увеличить, если сразу после задержки дыхания измерить частоту дыхания.

Оценка состояния здоровья и резервных возможностей адаптационных систем, используя тест МПК.

Наиболее распространен косвенный метод определения МПК (А.А.Гуминский, Н.Н.Леонтьева, Л.П.Тупицина, 1984). С этой целью применяют "степ-тест" (восхождение на ступеньку высотой 30-35 см для детей и 50 см для взрослых).

Работа проводится в группе. Перед выполнением нагрузки у испытуемого определяют массу тела. Затем по команде экспериментатора испытуемый начинает восхождение на ступеньку в среднем темпе (20 восхождений в мин) в течение 4 мин.

### **2.7.3 Результаты и выводы:**

По результатам исследования постройте графики. Сделайте вывод о функциональном состоянии системы кровообращения

По результатам исследования постройте графики. Определите, насколько участился пульс по сравнению с исходным (в %).

Сделайте вывод с учетом того, что у здоровых людей состояние сердечно-сосудистой системы оценивается как хорошее при учащении пульса не более чем на 50-79%, неудовлетворительное - при учащении пульса более чем на 75%.

После проведения пробы при здоровой реакции на физическую нагрузку систолическое (верхнее) артериальное давление возрастает на 25-40 мм рт.ст., а диастолическое или остается на прежнем уровне, или незначительно снижается (на 5-10 мм рт.ст.)

Восстановление пульса длится от 1 до 3 мин, а артериального давления - от 3 до 4 мин.

Сделайте вывод о функциональном состоянии системы дыхания с учетом среднестатистических данных, согласно которым здоровые нетренированные люди способны задерживать дыхание на 30-55 с, тренированные - на 60-90 с. При утомлении, перетренированности время задержки дыхания снижается. У хорошо тренированных людей дыхание не должно учащаться, так как возникшая кислородная задолженность у них погашается за счет углубления, а не учащения дыхания.

Объясните механизмы регуляции частоты и глубины дыхательных движений.

Зная массу тела испытуемого, высоту скамейки и количество циклов в минуту, рассчитывают мощность работы по формуле:

$$N = P \cdot h \cdot n \cdot K,$$

где: N - мощность работы, кгм/мин; P - масса тела испытуемого; h - высота скамейки (м); n - количество циклов; K - коэффициент, учитывающий величину работы при спуске со ступеньки (таблица 7.1).

Например, мальчик 13 лет массой 13 кг совершил восхождение на скамейку с частотой 20 подъемов (циклов) в мин. Следовательно, мощность выполненной им нагрузки составляет:

$$N = 40 \cdot 0,3 \cdot 1,3 \cdot 20 = 312 \text{ кгм/мин.}$$

Таблица 7.1

#### Коэффициенты подъема и спуска для детей и взрослых

Возраст, лет	коэффициент подъема и спуска	
	мальчики	девочки
8-12	1,2	1,2
13-14	1,3	1,3
15-16	1,4	1,3
17 и более	1,5	1,5

Затем по формуле Добельна рассчитывают величину МПК.

$$МПК = A \cdot N/H - П \cdot K \text{ (л/мин),}$$

где N - мощность работы, кгм/мин; H - пульс на 5-й минуте, уд/мин; A - коэффициент поправки к формуле в зависимости от возраста и пола (таблица 30); П - возрастно-половой коэффициент поправки к пульсу (табл. 7.2); K - возрастной коэффициент (табл. 7.3).

Таблица 7.2

#### Поправочные коэффициенты в зависимости от возраста и пола для расчета величины МПК

Возраст, годы	Коэффициент A		Коэффициент П	
	Мальчики	Девочки	Мальчики	Девочки
6 - 8	1,5	0,80	-30	-30
12	1,20	0,98	-50	-40
14	1,25	1,05	-60	-40

Таблица 7.3  
Величина возрастного коэффициента

Возраст, лет	К
6 – 8	0,931
12	0,900
14	0,883

Затем рассчитывают относительную величину МПК по формуле:

$$МПК / кг = \frac{МПК, мл / мин}{Р, кг},$$

где Р - масса тела, кг.

Сравнивая полученные результаты с данными оценочной таблицы 7.4, определяют уровень физической работоспособности.

Таблица 7.4  
Оценка физической работоспособности по показателям МПК/кг  
(А.А.Гуминский и соавт.,1984)

Возраст, годы	МПК, мл/мин/кг		Оценка
	Мужчины	Женщины	
6 – 8	44,0	37,5	Низкая Удовлетворительная Высокая
	52,0	42	
	54,0	49,5	
10- 11	43,0	41,6	
	45,0	43,6	
	47,0	45,6	
12 – 13	41,0	37,5	
	43,0	39,5	
	45,0	41,5	
14-15	43,6	35,5	
	45,5	37,5	
	47,5	39,5	
16-18	42,0	35,0	
	45,0	38,0	
	47,0	41,0	
19 – 28	29,4	28,0	
	38,2	40,0	
	47,0	44,0	
29 – 39	27,0	30	
	35,0	34	
	43,6	41	
50 – 59	25	26	
	31	32	
	37	40	

По результатам работы сделайте вывод об адаптивных возможностях и состоянии здоровья обследуемого.

## 2.8 Практическое занятие №8 ( 2 часа).

### Тема: Социально-демографические проблемы экологии человека

#### 2.8.1. Задание для работы:

1. Проанализируйте социально-демографические проблемы экологии человека.  
Сделайте анализ демографической ситуации в современном мире. Рассмотрите табл. 8.2 и составьте свой прогноз последствий такого роста населения планеты.

Таблица 8.2

Год	Численность населения
1830	около 1 млрд. человек
через 100 лет – 1930	более 2 млрд. человек
через 30 лет – 1960	3 млрд. человек
через 15 лет – 1960	4 млрд. человек
через 15 лет – 1975	более 5 млрд. человек
через 12 лет – 1987	более 6 млрд. человек
через 12 лет – 1999	около 8 млрд. человек

2. Выявите, находитесь ли вы в состоянии стресса. Определите, как часто вы подвергаетесь воздействию стрессоров.
3. Оцените степень напряжения адаптационных систем вашего организма и степень уверенности в себе.

#### 2.7.1. Краткое описание проводимого занятия:

В 1936 г. канадский физиолог Ганс Селье опубликовал сообщение «Синдром, вызываемый разными повреждающими агентами», в котором впервые описал явление стресса - общей неспецифической реакции организма, направленной на мобилизацию его защитных сил при действии раздражающих факторов. В развитии стресса были выделены три стадии. 1) Стадия тревоги, выражаясь в мобилизации всех ресурсов организма. 2) Стадия сопротивления, когда организму удается (за счет предшествующей мобилизации) успешно справиться с вредными воздействиями. В этот период может наблюдаться повышенная стрессоустойчивость. 3) Стадия истощения, если не удается долго устранить вредоносные факторы. На последней стадии приспособительные возможности организма снижаются, он хуже сопротивляется другим вредоносным воздействиям, увеличивается опасность заболевания. При этом отмечаются нарушения метаболического, гормонального и гомеостатического баланса.

Г. Селье была сформулирована теория «общего адаптационного синдрома» (ОАС) и адаптационных болезней как следствия адаптационной реакции, согласно которой ОАС проявляется всякий раз, когда человек чувствует опасность для себя.

Видимыми причинами стресса могут быть травмы, послеоперационные состояния, чрезмерное мышечное усилие, нервное напряжение, изменение абиотических и биотических факторов среды. В последние десятилетия значительно возросло число антропогенных факторов среды, обладающих высоким стрессогенным эффектом (химическое загрязнение, радиация, воздействие компьютеров при систематической работе с ними и т. д). К стрессорным факторам среды следует отнести и негативные изменения в современном обществе: повышение плотности населения, изменение соотношения городского и сельского населения, рост безработицы.

Высокой стрессогенностью обладает городская среда обитания, что подтверждается повышенным числом психических расстройств у городских жителей по сравнению с сельскими (табл. 8.1).

Таблица 8.1

**Соотношение психических расстройств к их общему числу среди жителей города и села**

	Город	Село
1995	55,5%	44,5%
1994	57,5%	42,5%
1990	57,7%	42,3%

Резкое увеличение численности народонаселения после второй мировой войны дало повод говорить о «демографическом взрыве». Земля перенаселена, а в обществе доминируют социальные процессы.

«Эффектом эха» называют демографы ситуацию, когда после бума рождаемости появляется на свет больше детей в связи с увеличением числа молодых семей. «Эффект эха» и новый всплеск рождаемости в сочетании дают миру взрывоопасную смесь, в связи с резким увеличением плотности населения и, как следствие, снижением количества потребляемой пищи и ухудшением ее качества. Каждый из этих факторов среди вызывают стрессорную реакцию, а в совокупности обладают потенцирующим эффектом (Губарева Л.И., 1985, 1988; Gubareva L.I., Drzhevetskaya I.A., 1995).

250 тыс. младенцев рождается ежедневно, 1040 - в час, 3 - в секунду, за 21 день столько, сколько составляет население большого города, за 8 месяцев - ФРГ, за 7 лет - Африки.

На каждую японку приходится 1,57 ребенка, немку - 1,4, жительницу малоразвитых регионов - 4-6 детей. Для того же, чтобы численность населения не уменьшалась, необходимо, как минимум, 2,1 ребенка в семье.

Уменьшение населения в богатых индустриальных государствах, с одной стороны, и его взрывной рост в беднейших странах, с другой стороны - это контраст, который грозит превратиться в одну из крупнейших социально-экономических и политических проблем ближайших десятилетий. Ускорился процесс изменения облика Земли. Непрерывное разрастание городов, разрушение почвы и загрязнение вод, широкомасштабная вырубка лесов, недопустимая концентрация газов в атмосфере, создающая «парниковый эффект» - все это следствие бурного неконтролируемого роста населения.

Сегодня рост населения занимает одно из первых мест в списке глобальных опасностей, поэтому 90-е годы нашего столетия ООН провозгласила «критическим десятилетием». Если не произойдет резкого снижения рождаемости в странах «третьего мира», то катастрофические последствия неизбежны.

С введением в 50-60-е годы программ по контролю над рождаемостью представлялось, что людскую лавину удастся остановить, однако претворить это в жизнь оказалось не так легко. Бум рождаемости в прошедшие десятилетия способствовал резкому омоложению развивающихся стран: 40 % их населения - жители в возрасте младше 15 лет. В Европе же этот показатель составляет всего 9-10 %. Следовательно, абсолютная численность населения в любом случае будет расти, так как стало больше людей, способных стать родителями.

Согласно демографическому прогнозу, сделанному в 70-е годы, за каждое последнее десятилетие XX века население Земли должно возрастать в среднем на 1 млрд. человек и к 2000 г. оно составит 8,467 млрд. человек. Прогноз оправдался. Прирост населения за

последние 35 лет составил более 3 млрд. человек. Это соответствует численности населения планеты в 1960 г. Еще при жизни одного нынешнего поколения Землю, по самым оптимистическим оценкам, будут населять минимум 10-11 млрд. человек. Это значит, что весь достигнутый прогресс в уровне жизни сводится на нет ростом населения. Статистика показала всему миру, к чему ведет перенаселение планеты. Увеличение населения рано или поздно наталкивается на ограниченные размеры мировых ресурсов. Даже двукратного за последние 30 лет повышения мирового производства зерна оказалось недостаточно для растущего числа голодающих. По прогнозу к 2025 г. население Африки увеличится более чем вдвое (с 648 млн. до 1,58 млрд. человек). При этом экономическая отсталость будет нарастать. И если человечество не остановит рост своей численности цивилизованными и гуманными способами ограничения рождаемости., то природа сделает это гораздо более решительно и жестко.

Один из путей – это нарастание социальной напряженности, приводящее к социальным конфликтам и войнам. В основе нарастания социальной напряженности может лежать супранормальный тип реакции на воздействие антропогенных факторов среды, выражющийся в проявлении реакций атаки, агрессивности, попытке изменить действительность.

О том, что реакция на действие раздражителей началась, можно определить по следующим признакам:

- учащенный пульс;
- повышенное потоотделение;
- ускоренное биение сердца;
- боли в желудке;
- напряжение мышц рук и ног;
- учащенное дыхание;
- зубная боль;
- напряжение мышц челюстей;
- потеря усидчивости;
- суматошные мысли;
- непривычные эмоции.

Если вы сочли, что переживаете что-нибудь из перечисленного, значит, ваш организм готовится дать отпор стрессору. Описанные симптомы характерны для всех млекопитающих, но человеческий мозг реагирует на стресс с существенными различиями, благодаря особенностям психики.

Определите, часто ли вы подвержены нижеперечисленным реакциям психики, характерным для стрессовых ситуаций (сколько раз в день, неделю, месяц ?):

- неспособность сосредоточиться;
- затруднение в принятии простых решений;
- отсутствие уверенности в себе;
- раздражительность, частые вспышки гнева;
- беспокойство, смятение;
- беспричинный страх или полная паника.

Стресс способен сильно повлиять на поведение. Вспомните, случались ли с вами в течение прошедших последних месяцев (если да, то как часто) какие-либо из этих проявлений:

- начал (а) курить;
- употреблять слишком много лекарств;
- переживать явление нервного тика;
- дергать волосы, грызть ногти, постукивать ногами и т. д .;
- стал (а) рассеянным (ой);
- часто попадать в неприятности;

- беспричинно агрессивным (ой);
- слишком много спать или мучиться бессонницей;
- употреблять слишком много алкоголя или транквилизаторов;
- приобрел (а) непомерный аппетит или начисто лишился (ась) его;
- неосторожен (а) на дорогах.

При помощи нижеприведенного теста Т. Холмса и Р. Райха (табл. 8.3), составленного на основе тщательного анализа результатов ситуаций, вызывающих стресс у 5 000 человек, принадлежащих к разным социальным и профессиональным группам, оцените насколько напряжены ваши адаптационные системы и какова степень риска заболеваний.

Таблица 8.3

**Оценка стрессовых ситуаций Холмса–Райха**

Событие	Оценка
Подсчитайте сумму баллов, учитывая те события, которые произошли за прошедший год.	
Смерть мужа, жены	100
Развод	65
Смерть близкого человека	63
Разного рода травмы, болезни	63
Вступление в брак	50
Потеря работы	47
Примирение с мужем (женой)	45
Ухудшение (улучшение) состояния здоровья члена семьи	44
Беременность	40
Сексуальные проблемы	39
Появление нового члена семьи	39
Изменение финансового положения	38
Смерть близкого друга	37
Перемена работы	36
Усиление или прекращение конфликта с мужем (женой)	35
Вынужденная продажа дома	31
Изменение служебного положения	30
Разлука с детьми	29
Неприятности с законом	29
Выдающееся личное достижение	28
Начало работы, учебы (уход с работы, учебы)	29
Изменение режима дня	24
Неприятности с начальством	23
Изменение графика работы	20
Переезд на другое место жительства	20
Смена места учебы, школы, другого учебного заведения	20
Смена места или стиля отдыха	19
Смена общественной деятельности	18
Необходимо сдавать комнату (комнаты) внаем	17
Изменение режима сна	16
Семья стала чаще (реже) собираться вместе	15
Изменение привычного рациона еды	15
Отпуск (каникулы)	13
Небольшие нарушения закона	11

По Холмсу и Райху те, кто набрал 150 - 199 баллов имеют наибольший шанс заболеть в течение следующего года. Те, у кого сумма 200 - 299 баллов, подвержены риску заболеваний, а если сумма превышает 300 баллов - вероятность болезней очень велика, но во всех случаях все зависит от способности человека управлять своим эмоциональным состоянием, от его отношения к событию.

При помощи следующего теста (табл. 8.4) оцените, насколько вы уверены в себе и насколько легко можете выйти из стрессовой ситуации, а также способность управлять своим эмоциональным состоянием при стрессе.

Таблица 8.4  
**Насколько Вы уверены в себе**

1. Я полагаюсь на свои собственные суждения.	1 2 3 4
2. Я уверен в своей правоте.	1 2 3 4
3. Я знаю, что чувствую.	1 2 3 4
4. Я откровенен с собой в том, чего я хочу, и в своих чувствах.	1 2 3 4
5. Я выражаю свои чувства тогда, когда испытываю их, несмотря на то, что чувствуют другие.	1 2 3 4
6. Я не скрываю от окружающих, как я отношусь к себе.	1 2 3 4
7. Я не скрываю от окружающих, как я отношусь к ним.	1 2 3 4
8. Если я не согласен с чьими-то идеями, мыслями, поведением, я открыто критикую их.	1 2 3 4
9. Если кто-то поступает нечестно, я открыто говорю ему свое отношение к этому.	1 2 3 4
10. Если мне кажется, что в моих отношениях с кем-то возникли проблемы, я сообщаю ему об этом.	1 2 3 4
11. Я настаиваю, чтобы мой муж /жена или человек, с которым я живу, разделял со мной обязанности по хозяйству.	1 2 3 4
12. На работе я возражаю, если считаю, что меня заставляют делать больше, чем я могу успеть.	1 2 3 4
13. Если кто-то попросит меня об услуге, которую мне неудобно выполнять, я скажу ему об этом.	1 2 3 4
14. Если кто-то одолжил у меня что-нибудь, например книгу, одежду, деньги, и забыл вернуть, я напомню ему об этом.	1 2 3 4
15. Я настаиваю, чтобы окружающие выполняли свои обязанности.	1 2 3 4
16. Если я замечу, что купил бракованный товар, я верну его и потребую замену.	1 2 3 4
17. Если кто-то влезет передо мной в очередь, я громко выскажу свое недовольство.	1 2 3 4
18. Когда в кафе меня обслужат позже, чем того, кто пришел после меня, я привлеку к этому всеобщее внимание.	1 2 3 4
19. Если на лекции или в кино кто-то стучит ногами по моему креслу, я попрошу его перестать.	1 2 3 4
20. Если в ресторане мне подали плохо приготовленную пищу или не то, что я заказал, я попрошу официанта исправить положение.	1 2 3 4
21. Если мне нужна помощь, я попрошу о ней.	
22. Я протестую, если кто-то перебивает меня, когда я говорю.	
Сумма баллов	

Чтобы подсчитать количество очков, используйте следующую шкалу:

1 - никогда, 2 - иногда, 3 - часто, 4 - всегда

Чем больше очков, тем лучше вы умеете отстаивать свои интересы. Максимально возможное количество набранных баллов – 88. Если у вас больше 60 баллов, можете быть спокойны – вы уверены в себе и легко сможете выйти из стрессовой ситуации. А если нет – научитесь управлять собственными реакциями в напряженных ситуациях.

**Методики управления течением стрессорных реакций и выберите приемлемые для себя методы выхода из стрессовой ситуации.**

Каждый человек может научиться управлять собственными реакциями в напряженных ситуациях. Есть четыре основных метода работы с эмоциональным состоянием:

а) укрепление общего состояния здоровья с помощью правильного питания, полноценного отдыха, занятий спортом и т. д.;

б) изменение ситуации, то есть вы избавляесь от того, что вызывает беспокойство, насколько это возможно;

в) изменение отношения к ситуации;

г) умение расслабиться и не пребывать в обычном для стресса напряжении.

Для того, чтобы научиться лучше понимать себя, управлять своими чувствами и поступками, можно применить методики индивидуального планирования.

**1. Внутренний диалог.** Мы часто выражаем свои надежды и убеждения, разговаривая с собой, причем часто выражаем свои отрицательные эмоции по отношению к себе. Полезно проанализировать то, как вы говорите с собой.

Для анализа стрессовой ситуации можно применить следующие вопросы:

- что произошло (где, когда, с кем, почему?);
- как вы реагировали?
- что вы думали при этом?
- как вы чувствовали себя после этого?

Напишите ответы, которые вы использовали при оценке какой-либо стрессовой ситуации и продумайте - конструктивно ли вы себя вели. Обдумайте, как вы будете себя вести в других случаях, аналогичных этому.

**2. Положительные утверждения.** Вместо негативных утверждений после событий, вызвавших стресс, или готовясь к стрессовой ситуации, используйте следующие фразы при ответе на вопрос что делать?:

- надо выработать план действий;
- лучше поразмыслить, что я смогу сделать, чем понапрасну нервничать;
- не нужно самобичеваний, разумнее все обдумать;
- не стоит переживать, это все равно не поможет;
- может, я вовсе и не тревожусь, а лишь хочу противостоять ситуации.

Для сопротивления стрессу и управления ситуацией применяйте следующие фразы:

- я могу принять вызов;
- постепенно я могу уладить ситуацию;
- надо думать не о том, как мне страшно, а о том, что я могу сделать;
- нужно говорить по сути дела;
- напряжение помогает мне справиться с ситуацией;
- теперь можно расслабиться, я контролирую ситуацию.

Медленный глубокий вдох. Отлично.

Для повышения уверенности в себе используйте утверждения:

- Сработало! Я смог это сделать!
- Надо рассказать приятелю, то-то он удивится!
- Все прошло не так плохо, как я ожидал.
- Я переживал больше, чем следовало.
- Я очень доволен своими успехами.

**3. Нереальные установки.** Чем их больше, тем сильнее вероятность психических заболеваний. А не придерживаетесь ли вы подобных установок?

Вам необходимо постоянно получать доказательства любви и одобрения со стороны людей, мнение которых имеет для вас большое значение.

Вам беспрестанно хочется доказать свою полную компетентность во всем или же в отдельных вопросах.

Вы рассматриваете свою жизнь как сплошную цепь неудач и невезение, если наступает черная полоса.

Людей, нанесших вам обиду или причинивших вред, вы относите к категории злобных ничтожеств и постоянно рассказываете о них, проклинаете, обличаете во всех смертных грехах.

Ваши мысли и переживания заняты тем, что кажется вам опасным или вызывает страх.

Весь мир и так плох, а если вы не можете найти выход из неприятной ситуации, он просто ужасен.

Вы не можете избавиться от уныния и враждебности.

Для вас легче избегать жизненных трудностей, чем бороться, воспитывая свой характер.

Вы всегда помните о своем прошлом. Ваше прошлое и по сей день определяет ваши мысли и поступки.

Вы находитесь счастье в бездействии. Ваша инертность устраивает вас.

Избавьтесь от нереальных установок, если они у вас есть! (Модель поведения – табл. 8.5).

Таблица 8.5

#### *Модели поведения в стрессовой ситуации*

НАПРЯЖЕНИЕ		
Событие	Мысли, приводящие к стрессу	Стрессовые реакции
Преподаватель спрашивает вас о качестве проделанной работы, о ее выполнении	Вы работу не выполнили. Мысли: «Ну вот, опять не везет, как всегда».	Угнетенное состояние
Расслабление и управление ситуацией		
Событие	Ответная мысль	Выход из ситуации
Преподаватель спрашивает о проделанной работе или ее качестве	Вы работу не выполнили, признайте за собой это. Но это не смертельно. Обратитесь к преподавателю, спросите о новых сроках сдачи работы, спросите совет по методике выполнения	Чувство уверенности, что работа будет выполнена

Применив вышеперечисленные методики на ранних стадиях стрессов, вы сможете избежать развития ОАС и сделать свою жизнь более продуктивной и интересной.

### **2.8.3 Результаты и выводы:**

Отметьте на контурной карте районы с наибольшей плотностью населения. На основании теоретического анализа сделайте вывод о роли демографического фактора в создании социальной напряженности и формировании стресс-реакции.

Предложите свою программу, направленную на решение экологических и социальных проблем в условиях роста населения, не учитывая ограничения рождаемости.

Рассчитайте среднюю частоту встречаемости со стрессорными факторами среды. Постройте график возникавших стрессорных реакций за последнюю неделю, месяц. Сделайте вывод.

Определите по возможности дни наибольшей уязвимости вашего организма в течение недели, месяца и старайтесь в эти дни быть предельно осторожными.

Подсчитайте сумму баллов по каждому тесту и сделайте соответствующие результатам исследования выводы.

## **2.9 Практическое занятие №9 ( 2 часа).**

### **Тема: Земельные ресурсы, их оценка, состояние и загрязнение**

#### **2.9.1. Задание для работы:**

Задание 1. Определить цену участка земли

Задание 2 Рассчитать максимально допустимый уровень пестицидов растительных продуктах, используя данные по собственному весу

#### **2.9.2. Краткое описание проводимого занятия:**

Структура и почвы земельного фонда

Земельные ресурсы и их важнейший компонент – почвы являются основным природным и национальным богатством России, от эффективности использования и охраны которого во многом зависит социально-экономическая и экологическая ситуация в стране. Специфическая черта земли заключается в ее многофункциональности. Земля является всеобщим материальным условием производства, служит пространством для размещения отраслей хозяйственного комплекса, поселений, инфраструктуры, ведения сельского и лесного хозяйства, выступает составной и неотъемлемой частью природных систем. Слагающие ее почвы обладают уникальным свойством плодородия – способностью производить биомассу. Сохранение почвы и ее рациональное использование является одним из приоритетных направлений природоохранной политики.

На территории России имеются разнообразные типы почв: Структура земельного фонда по основным видам земель выглядит следующим образом (табл. 9.1.).

Таблица 9.1. Структура земельного фонда России

Виды земель	Площадь	
	млн.га	% общей площади
Сельскохозяйственные угодья	222,0	13,0
Леса и кустарники	787,0	46,0
Болота	109,3	6,4
Под водой	71,3	4,2

Оленевые пастбища	319,0	18,7
Под строениями и сооружениями	5,2	0,3
Дороги, прогоны	8,2	0,5
Нарушенные земли и земли, находящиеся в стадии восстановления	2,0	0,1
Развеваемые пески, овраги, оползни, осыпи, ледники и прочие неиспользуемые земли	185,1	10,8
<b>Итого</b>	<b>1709,1</b>	<b>100,0</b>

Анализ динамики земельного фонда выявил основные тенденции изменения площади земель по видам их использования:

- 1) постепенное сокращение площади сельскохозяйственных, в том числе пахотных земель;
- 2) устойчивый рост площадей лесных земель и земель, покрытых древесно-кустарниковой растительностью;
- 3) очень медленный рост количества земель под водными объектами и земель под дорогами и иными транспортными путями;
- 4) постепенное сокращение количества нарушенных, а также неиспользованных и других земель;

Основными причинами сокращения площади сельскохозяйственных земель является исключение из использования низкоплодородных, убыточных для земледелия участков, а также отвод земель для других нужд.

По площади земель Россия выступает явным лидером, обладая самым обширным в мире земельным фондом в 1709,8 млн. га. Земли используются для разнообразных целей. Более половины всех земель приходится на лесные площади, которые составляют 1046,3 млн. га, или 62% земель РФ, и лишь 8,9%, или 190,3 млн. га используется под пашню.

Более трети территории России занимают горные регионы с выраженной вертикальной зональностью почвенного покрова. Общими чертами горных почв являются их маломощность, каменистость и подверженность эрозионным процессам. Более 70% территории страны характеризуется низким уровнем комфорта для проживания и практически не пригодно для земледелия.

#### Экологические угрозы для земель и почв

Одной из актуальных экологических проблем России является охрана и устойчивое неистощимое использование земель. Деградация земель в различных ее формах обусловлена как природными факторами, так и деятельностью человека, несоблюдением норм и правил рационального использования и охраны.

Применительно к природно-территориальным условиям и особенностям хозяйственного использования деградация земель/почв проявляется в следующих основных формах:

- водная, ветровая эрозия почв;
- химическое, в т.ч. радионуклидное загрязнение земель/почв;
- ухудшение свойств почв, особенно торфяных, при сельскохозяйственном их использовании;
- деградация земель в результате добычи полезных ископаемых, дорожного и других видов строительства, а также их затопления и подтопления;
- деградация торфяных почв на осушенных болотных массивах в результате торфяных пожаров;

- деградация земель лесного фонда в результате нерационального лесопользования и лесных пожаров;
- деградация земель при чрезмерных рекреационных, технических и других антропогенных нагрузках на земли/почвы.

Общая площадь земель России, подверженных процессам опустынивания или потенциально опасных в этом отношении, составляет более 100 млн. га. Это Поволжье, Предкавказье, Забайкалье, другие регионы Российской Федерации.

Интенсивное проявление процессов опустынивания земель отмечается на территории республик Бурятия, Дагестан, Хакасия, Астраханской, Волгоградской, Ростовской областей. Процессы опустынивания проявляются на территории Краснодарского и Ставропольского краев. К числу потенциально опасных территорий принадлежат земли, расположенные в южной части степной зоны Воронежской, Саратовской, Оренбургской, Омской, Челябинской, Читинской, Новосибирской областей.

Эколого-токсикологическая оценка почв сельскохозяйственных угодий на содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов, нитратов и других токсикантов в 1997 г. проведена Минсельхозпродом России на площади 41,0 млн. га, в том числе на тяжелые металлы обследовано 29,5 млн. га. В результате обследования выявлено 1,0 млн. га земель сельскохозяйственного назначения, загрязненных тяжелыми металлами. Элементами первой группы опасности загрязнено около 2% почв. Из элементов второй группы опасности доля загрязнения медью составляет 3,8%, загрязнение остальными элементами этой группы менее значительно.

Почвы с содержанием тяжелых металлов и мышьяка выше ПДК (ОДК) выявлены в республиках Бурятия, Дагестан, Карелия, Мордовия, Тыва, Краснодарском и Приморском краях, а также Иркутской, Сахалинской, Костромской, Читинской, Мурманской, Оренбургской, Ивановской, Новгородской, Кемеровской областях.

Наиболее острыми экологическими проблемами городского землепользования остаются загрязнение и захламление земель в результате градостроительной деятельности и аварийных ситуаций, нарушение земель и недостаточные объемы их рекультивации. Продолжается рост площади земель, подверженных влиянию и загрязнению промышленными выбросами предприятий.

Земля является незаменимым природным ресурсом, от разумного использования которого зависит устойчивое социально-экономическое развитие страны и состояние окружающей среды. Поэтому в Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды включены следующие приоритетные направления деятельности в области охраны и использования земель и почв:

- создание системы стимулирующих экономических механизмов по эффективному использованию и охране земель;
- обеспечение комплексного подхода к планированию, использованию и охране земель, предусматривающего поддержание экологических функций почв в ландшафтах и реализацию мер по борьбе с деградацией и загрязнением;
- продолжение мероприятий по оптимизации землепользования с целью формирования устойчивых природно-территориальных комплексов;
- получение достоверной объективной информации о состоянии земель/почв республики на основе широкого использования дистанционных методов, экологогеохимического картографирования, мониторинга, развития методической и аналитической базы для принятия своевременных и оперативных управленческих решений;
- разработка и реализация приоритетных мероприятий Национальной программы действий по борьбе с деградацией земель с целью повышения координации действующих программ и объединения усилий заинтересованных сторон в обеспечении устойчивого использования и охраны земель/почв;

- получение информации о загрязнении почв в населенных пунктах, экологогеохимическое картирование состояния городских почв, выявление типовых загрязнителей для основных видов (типов) предприятий республики.

### **Определение цены участка земли**

Если:

- прибыль предприятия составляет – 5 млн руб /год.;
- коэффициент эффективности единовременных вложений – 0,5 р./р./г.

В связи с реформированием земельных отношений в стране приведена по участковая кадастровая оценка земель. Она учитывает технологические характеристики участков, местоположение участков по отношению к внутрихозяйственным производственным центрам, плодородие почвы

Земельный налог на землю подразделяется на две группы:

- земли сельскохозяйственного назначения;
- земли несельскохозяйственного назначения.

Плата за землю первой группы определяется по формуле

$$З = n \cdot S$$

где,  $n$  – нормативная ставка земельного налога;

$S$  – площадь с/х угодий.

Плата за землю второй группы определяется по формуле

$$З = n \cdot S \cdot k_1 \cdot k_2$$

где  $n$  – нормативная ставка земельного налога;

$S$  – площадь;

$k_1$  – коэффициент повышения ставки налога, учитывающий улучшение социально-культурного потенциала за год;

$k_2$  – коэффициент повышения ставки налога, учитывающий исторический и экономический статус района.

Кроме земельного налога используются еще две формы платы за землю: арендная плата и нормативная цена земли. Арендная плата взимается за земли сданные в аренду, ее величина устанавливается по договору. Нормативная цена рассчитывается с учетом природно-климатических условий видов земель местоположения и т. п.

При оценке земельного участка учитывается его местоположение по отношению к населенным пунктам; коэффициенты дифференцированы по расстоянию (до 10 км, 11–20 км, 21–30 км); административному и социально-экономическому статусу. Льготная цена устанавливается в размере пятикратной ставки земельного налога, уплачиваемого за этот участок на момент приобретения его в собственность.

Рентная оценка земель определяется как разница замыкающих и индивидуальных затрат на получение продукции природопользования. В итоге в соответствии с принципами ценообразования цена должна отражать и общественно необходимые затраты труда на производство продукции и эффект добавочной прибыли, т.е. дифференцированную ренту:

$$Ц = R + З$$

где,  $R$  – экономическая оценка на базе дифференцированной ренты;

$З$  – затраты на освоение и воспроизводство ресурса.

Система финансово-экономического стимулирования природоохранной деятельности предприятий предполагает применение прямого налогового контроля за состоянием окружающей среды, а также использование льготных кредитов на проведение природоохранных мероприятий.

## **Рассчет максимально допустимого уровень пестицидов растительных продуктах**

Методика расчета МДУ пестицидов в растительных продуктах

МДУ веществ, загрязняющих почву (тяжелые металлы, компоненты нефтепродуктов и др.), рассчитывается по формуле:

$$МДУ = (ДСД \cdot 0,8 \cdot В) / СПП,$$

где МДУ – максимально допустимый уровень накопления веществ в растительных продуктах (ПДК), (мг/кг);

ДСД – допустимая суточная доза (мг/кг массы человека);

0,8 – доля ЭХВ (экзогенно-химических веществ), поступающая в организм человека с пищевым рационом;

В<sub>ч</sub> – масса взрослого человека, (кг);

СПП – рекомендуемое суммарное потребление пищевых продуктов растительного происхождения в сутки для взрослого населения;

$$ДСД = МНД / К_{запаса}$$

где МНД – максимально недействующая доза (подпороговая доза, установленная в токсикологическом эксперименте).

Таблица 9. 2 Показатели коэффициента запаса и максимально недействующей дозы

Вариант	К <sub>запаса</sub>	МНД, мг/кг
1	30	0,001
2	35	0,01
3	40	0,1
4	45	1,0
5	50	10
6	55	0
7	60	30
8	65	40
9	70	50
10	75	60
11	80	70
12	85	80
13	90	85
14	100	90

Таблица 9. 3 Рекомендуемый среднесуточный набор продуктов растительного происхождения для взрослого населения

продукты	Среднее количество в граммах ( нетто)	продукты	Среднее количество в граммах ( нетто)
Хлеб пшеничный	120	Свекла	28
Хлеб ржаной	235	Лук репчатый	19
Мука пшеничная	25	Бахчевые	23
Крахмал картофельный	5	Перец сладкий	5
Макаронные изделия	22	Горошек зеленый	3

Крупы: рисовая	7	Зелень	20
Манная	1	Томат-паста	4
Пшенная	6	Виноград	17
Гречневая	10	Цитрусовые	5
Овсяная	4	Косточковые	9
Прочие	2	Ягоды	14
Бобовые	4	Яблоки, груши	151
Картофель	324	Прочие	28
Овощи: капуста	68	Шиповник	9
Томаты	57	Сухофрукты	7
Огурцы	37	Сок фруктовый	200
Морковь	40	Масло растительное	24

Подсчитайте максимально допустимый уровень пестицидов и сделайте соответствующие результатам исследования выводы.

### 2.8.3 Результаты и выводы:

Подсчитайте максимально допустимый уровень пестицидов и сделайте соответствующие результатам исследования выводы.

## 2.10 Практическое занятие №10 ( 2 часа).

### Тема: Экологические проблемы использования энергоресурсов

**2.10.1 Задание для работы:** Произведите экономическую оценку и анализ возможности получения дополнительной прибыли для энергосистемы, в которую входят 5 ТЭС.

### 2.10.2.Краткое описание проводимого занятия:

Экологические аспекты невозобновляемых источников энергии

Энергетические ресурсы – это любые источники механической, химической и физической энергии. Запасы топлива в земных недрах складываются из угля, нефти, газа и урановых руд. Мировой запас угля оценивается в 9 – 11 трлн т при добыче более 4,2 млрд/г. Мировой запас нефти – 840 млрд т условного топлива, природного газа – 300 – 500 трлн м<sup>3</sup>, урана – 135 тыс.т. В расчете на 1 человека потребление энергии за период 1990 – 2000гг. увеличилось в 5 раз и будет расти и дальше. Объекты, производящие энергию, являются источниками вредных выбросов в окружающую среду. В процессе горения топлива выбрасывается ряд веществ, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду. Их характеристика дана в табл. 10.1.

Таблица 10.1 Основные вещества, выбрасываемые в атмосферу энергетическими объектами

Наименование	Характеристика
Диоксид серы (SO <sub>2</sub> )	Оказывает воздействие на окисление, разрушает материалы и вредно воздействует на здоровье человека (раздражает слизистую оболочку дыхательных путей). Используется для получения ряда химикатов и для консервирования фруктов.
Оксиды азота (NO <sub>2</sub> )	Оказывают вредное воздействие на здоровье человека и способствуют образованию парникового эффекта и разрушению озонового слоя, что отрицательно воздействует на здоровье человека. Оксиды азота вызывают «вымирание лесов», «кислотные дожди».
Монооксид углерода (CO)	Выделяется в результате неполного сгорания топлива. Взаимодействует с другими веществами и оказывает

	разнообразное вредное воздействие (угарный газ). В то же время является высококалорийным топливом в процессе газификации угля.
Углекислый газ (CO <sub>2</sub> )	Образование CO <sub>2</sub> – необходимое условие процесса горения (при производстве энергии). Однако экологические законы ограничивают уровень выбросов CO <sub>2</sub> . Углекислый газ способствует созданию парникового эффекта. Применяется в пищевой и холодильной промышленности.
Твердые частицы	Включают сажу и другие несгоревшие материалы. Переносят тяжелые металлы и углеводороды. Являются источником выбросов в атмосферу радионуклидов при сжигании древесины из загрязненной зоны.

Воздействие на окружающую среду оказывают также и другие газы, поступающие в атмосферу: пар, метан, хладагенты. Для лучшего понимания механизма отрицательного воздействия выбрасываемых в атмосферу вредных веществ рассмотрим ее строение [6]. Атмосфера включает четыре области по высоте:

- тропосферу – от 0 до 10+12 км с падением температуры до – 55 °C и давления до 41,0 мм рт.ст.;
- стратосферу – от 10+12 до 50+55 км с ростом температуры до 0 °C и падением давления до 8,9 мм рт.ст. в средней стратосфере и до 0,63 мм рт.ст. в верхней;
- мезосферу — от 50+55 до 80+90 км с падением температуры до – 90 °C и давления до 0,04 мм рт.ст.;
- термосферу, простирающуюся от 80+90 км до 200 – 300 км с непрерывным повышением температуры до сотен градусов.

Каждая зона атмосферы завершается областью постоянной температуры, тропопаузой, стратопаузой и мезопаузой. Фазы накапливаются в верхних слоях тропосферы и стратосферы, препятствуют выходу теплового инфракрасного излучения с поверхности Земли, нагретой Солнцем. Атмосфера и поверхность Земли нагреваются, пока уходящие потоки энергии не уравняются с приходящими. Это явление представляет собой парниковый эффект, который сопровождается нагревом тропосферы и охлаждением стратосферы.

В средней атмосфере присутствует озоновый слой. Молекулы озона поглощают солнечное излучение с длиной волн короче 290 нм и инфракрасное излучение с поверхности Земли с длиной 9 – 10 мкм, усиливая «парниковый эффект». Таким образом, озоновый слой участвует в обеспечении безопасного уровня ультрафиолетовой радиации и поддерживает устойчивый климат на Земле.

В тропосфере и стратосфере озон оказывает воздействие на химические процессы с участием антропогенных примесей, контролируя их содержание.

Эти процессы обеспечивают оптимальные условия существования флоры и фауны. Выбросы в атмосферу хлорсодержащих газов и окислов азота приводят к истощению и разрушению озонового слоя, что ведет к увеличению поступающего на Землю биологически вредного солнечного ультрафиолетового излучения [3]. Наиболее эффективным способом снижения вредных выбросов в атмосферу является уменьшение использования топлива, которое может быть достигнуто за счет рационального и экономного использования энергии.

Таким образом, энергосбережение способствует улучшению экологии окружающей среды. Этот фактор важен для России, где основным источником энергии являются топливоиспользующие установки. Рассмотрим, какими путями может быть достигнуто снижение потребления топлива. Например, использование контактных утилизационных теплообменных аппаратов позволяет не только утилизировать отходящее тепло, но и очищать газы. Утилизация тепловых энергетических отходов непосредственно

связана с экологическими мероприятиями, так как за счет этого постигается снижение вредных выбросов, пропорциональное сэкономленному топливу. Особенно наглядной и ощутимой является

Исследования показывают [7], что комбинированное производство электрической энергии и тепла на ТЭЦ является самым важным направлением в снижении выбросов  $\text{CO}_2$ . При этом снижение выбросов  $\text{CO}$  составляет 500 кг/МВт·ч при производстве 1МВт·ч электроэнергии по комбинированному циклу в сравнении с раздельным производством электрической и тепловой энергии на ТЭС и в котельных. Кроме диоксида углерода уменьшается количество выбросов  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_x$  (рис. 10.1)



Рис.10.1. Влияние технологии производства теплоты и электроэнергии на загрязнение окружающей среды

Использование оптимального состава топливовоздушной смеси позволяет достичь максимально возможной температуры горения, что снижает потребление топлива. При увеличении коэффициента избытка воздуха до 2 температура горения уменьшается на 40 %. Кроме того, при избытке воздуха дополнительное потребление топлива возрастает до 25 %.

Реальной экономии топлива можно добиться использованием тепловых энергетических отходов в котельных установках и промышленных печах для подогрева питательной воды и предварительного подогрева первичного воздуха до 200 – 400 °С. Так, при подогреве воздуха реальная экономия топлива в среднем может достигать 25 % (рис. 10.2).

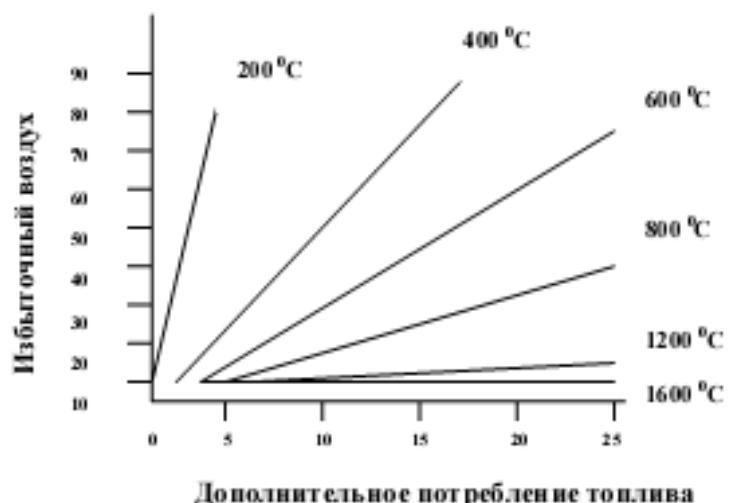


Рис. 10.2 Влияние избыточного воздуха и температуры отходящих газов на потребление топлива

Оптимальный состав топливовоздушной смеси можно поддерживать с помощью горелок с автоматическим управлением. Для этого дополнительно применяются системы сбора информации о химическом составе отходящих дымовых газов, ее обработка и осуществление автоматического регулирования на основе полученной информации. Контроль эффективности сгорания топлива основывается на измерении содержания  $\text{CO}_2$  в отходящих дымовых газах. Считается, что при оптимальном сгорании природного газа получается от 8 до 9,5 %  $\text{CO}_2$ , а при сгорании мазута – от 10 до 12,5 %. Рекомендуется дополнительно определять содержание кислорода, так как оптимальное содержание  $\text{CO}_2$  можно получить как при недожоге топлива, так и при его полном сгорании с оптимальным значением коэффициента избытка воздуха  $\alpha > 1$ . Для уменьшения выбросов  $\text{NO}_2$  воздух, подаваемый на горение, необходимо смешивать с частью отходящих газов, организуя их рециркуляцию. Повышенная влажность топлива снижает температуру его горения и требует избытка воздуха для полного сгорания, что снижает эффективность процесса горения. Данная закономерность для древесного топлива проиллюстрирована на рис. 10.3 [8]. На этом же рисунке видно, что подогрев первичного воздуха до 200 °C обеспечивает повышение температуры горения на 7 %.

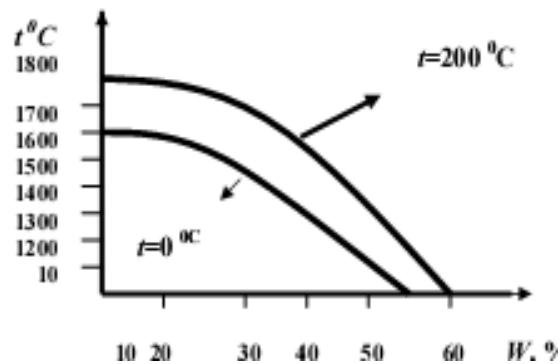


Рис 10.3 Влияние влажности древесного топлива и предварительного подогрева воздуха на температуру горения

Большим источником вредных выбросов является транспорт. Производство топлива для транспорта поглощает в некоторых странах до 50 % потребляемой нефти. Автомобильные выхлопные газы содержат такие вредные вещества, как окись углерода, летучие органические соединения, окись азота и свинец. Ядовитые выхлопные газы и свинец отрицательно влияют на нервную систему. Разработка технологий производства чистого горючего и улучшенных двигателей с минимальным потреблением топлива позволяет уменьшить загрязнение от транспортных средств. Количество потребляемого топлива транспортными средствами, как и в энергетике, зависит от оптимального состава топливовоздушной смеси. Использование биомассы в виде топлива также дает преимущества для экологии, так как при ее сгорании не выделяется больше  $\text{CO}_2$ , чем при естественном разложении в природе. Переработанный навоз путем анаэробного сбраживания уменьшает выделение азота в грунтовые воды и выделение метана, вызывающих «парниковый эффект» в атмосфере. Биомасса может быть использована в сочетании с органическим топливом – углем, торфом. Для утилизации биомассы с целью получения энергии используются современные устройства: топки с кипящим (псевдожидкостным) слоем, газогенераторы. Наряду с биомассой, в улучшении экологической обстановки значимую роль могут сыграть и другие возобновляемые источники энергии – солнце и ветер. Затраты на производство возобновляемой энергии

постоянно снижаются, и она со временем может стать конкурентоспособной с энергией, полученной из жидких, твердых и газообразных видов топлива. Снижение потерь тепла через ограждения агрегатов и устройств, которые используются при его производстве, транспортировке и потреблении, также уменьшает потребление топлива. Любые потери тепла требуют компенсации, так как потребитель должен получить необходимое количество энергии для проведения технологических процессов или создания комфортных условий для работы, учебы, отдыха. Значительное уменьшение потребления энергии может быть достигнуто и за счет совершенствования технологических процессов, использования современного основного и вспомогательного оборудования.

#### Экологические аспекты возобновляемых источников энергии

По прогнозу к 2020 г. возобновляемые источники энергии должны были заменить около 2,5 млрд т топлива, а их доля в производстве электроэнергии и теплоты составить около 8 %. Современные тенденции в энергопотреблении позволяют говорить о больших перспективах в развитии именно этого направления и уменьшении роли традиционных источников энергии (табл.10. 2).

Таблица 10.2 Ресурсы возобновляемой энергии

Первичный вид энергии	Источник энергии	Мировые ресурсы $10^{15}$ кВт·ч/год
механическая	Сток реки	0,028
	Волны	0,005-0,05
	Приливы и отливы	0,09
	Ветер	0,5-5,2
тепловая	Градиент температур:	
	Воды морей и океанов	0,1-1,0
	Воздуха	0,001-0,01
	Недр земли ( вулканов)	0,05-0,2
лучистая	Солнечное излучение:	
	На поверхности Земли	200-280
	Полная энергия	1570
химическая	Растения и торф	10

В настоящее время нет общепринятого для всех стран понятия малой гидроэлектростанции. Наиболее часто к малым ГЭС относят гидроэнергетические установки, мощность которых не превышает 5 МВт. Нижним пределом мощности малых ГЭС принято считать 0,1 МВт: гидроэнергетические установки с меньшей мощностью обычно относят к категории микроГЭС. Кроме того, можно использовать гидроэнергетические возможности существующих на малых реках водохранилищ неэнергетического назначения путем пристройки к ним ГЭС общей мощностью 6 МВт и выработкой электроэнергии 21 млн. кВт·ч./г. [1]. В настоящее время в Беларуси действует полтора десятка малых ГЭС, часть из которых восстановлена, начиная с 1992 г., из числа ранее заброшенных. Их общая мощность составляет около 8 МВт. Другие показатели использования гидроэнергоресурсов России в сопоставлении с их техническим потенциалом и аналогичными показателями по сопредельным и другим странам мира приведены в табл. 10.3.

Таблица 3 Технический гидроэнергетический потенциал и освоение гидроэнергоресурсов в ряде стран мира

Страна	Площадь млн км <sup>2</sup>	Тех. потенц., млрд	Действующие ГЭС		
			Общей	В том числе малые	Доля

	млн чел	кВт·ч/г	мощн., МВт	Мощн. МВт	Число ГЭС	ГЭС, %
Беларусь	0,208/10,3	3,0	8,0	8,0	15,0	0,1
Латвия	0,065/2,6	4,0	1512,0	2,3	9	74,0
Литва	0,065/3,7	3,6	107,0	5,4	14	5,5
Польша	0,313/38,5	12,	535,0	115,0	250	1,0
Россия	14,075/148	1670,0	39986,0	53,0	29	26,8
Украина	0,604/52,1	23,5	4465,0	100,0	149,0	8,7
Австрия	0,084/8,0	53,7	1140,0	95,0	1580,0	68,0
Бельгия	0,031/10,1	1,4	102,0	102,0	40	0,4
Исландия	0,103/0,3	64,0	880,0	68,0	84	95,0
Индия	3,29/915	84044,0	20576,0	533,0	2000	25,0
Иордания	0,093/39,1	0,7	6,0	6,0	1	1,0
Испания	0,505/39,1	70,0	14803,0	500,0	735	20,0
Италия	0,301/57	69,0	12925,0	1976,0	1510	18,6
Казахстан	2,724/17	62,5	2129,0	80,0	19	10,0
Канада	9,911/27,3	631,7	64770,0	700,0	200	62,0
Китай	9,597/1200	1923,3	52180,0	18000,0	85400	18,0
Люксембург	0,003/0,4	0,1	33,0	22,0	13	7,2
Нидерланды	0,037/15	0,2	30,0	30,0	14	0,2
Норвегия	0,324/4,3	200,0	26000,0	746,0	346	99,6
Португалия	0,100/9,4	24,5	4125,0	230,0	74	25,6
Румыния	0,238/22,8	40,0	5871,0	331,0	225	28,7
США	9,39/260	528,5	74856,0	2957,0	842	9,9
Финляндия	0,338/5,1	19,7	2827,0	365,0	205	19,0
Франция	0,549/56,7	72,0	23100,0	1600,0	1350	15,4
Швейцария	0,041/6,9	41,0	10118,0	737,0	1000	59,0
Швеция	0,450/8,8	130,0	16450,0	250,0	600	52,0
Япония	0,378/125	134,2	21171,0	7000,0	1350	9,3

К экологически приемлемым вариантам ГЭС группы 1 отнесены те, у которых удельная площадь затоплений меньше 0,5 га/кВт, а мелководий меньше 0,2 га/кВт установленной мощности. Для группы 2 эти показатели находятся в пределах соответственно 0,5 – 3,5 га/кВт и 0,2 – 1,4 га/кВт.

Связь экологии и энергосбережения четко просматривается в основных приоритетных мероприятиях, направленных на снижение парникового эффекта и рекомендованных бюро по защите окружающей среды [4]. Эти мероприятия относятся к нескольким направлениям и включают следующий перечень, непосредственно связанный с энергетикой:

- более эффективное производство, передача и распределение энергии;
- эффективные моторы и приводы;
- освещение и водяное отопление;
- возобновляемые виды энергии, такие, как фотоэлектрическая, солнечно-тепловая и энергия ветра;
- газификаторы биомассы;
- устойчивое производство биомассы для замены ископаемого топлива;
- совершенные, эффективные газотурбинные циклы;
- микрогидроэнергия;
- переход в топливе на природный газ;
- переработка городских и сельских отходов.

Одним из направлений экологизации энергосбережения может являться проведение совместного эколого-энергетического аудита и экспертизы и соблюдение экологического законодательства в энергосбережении. Взаимосвязь экологии и энергосбережения выражается простой формулой: экономишиь энергию – уменьшается отрицательное воздействие на окружающую среду.

Экономическая оценка предприятия и анализ связи прибыли предприятия и выбросов в окружающую среду

Примером увязки размера прибыли предприятия и выбросов в окружающую среду является следующий расчет.

1. Определяется относительный коэффициент выброса (для каждого загрязняющего вещества):

$$E = \frac{\Pi}{\Phi} = \sum A_i m_i^{(1)} / \sum_i A_i^{(0)}$$

где  $\Pi$  – максимально допустимая концентрация (плановая величина);

$\Phi$  – фактическая концентрация;

$A_i$  - относительная опасность выбросов;

$m_i$  – масса выбросов.

2. Производится корректировка хозрасчетного дохода предприятия:

$$K = f E \quad (f – \text{корректирующий коэффициент})$$

3. Оценивается величина экономического коэффициента:

при превышении нормы выбросов ( $E < 1$ ) коэффициент определяется как

$$K = \lg E / 2 + 1$$

Дополнительная прибыль составит

$$\Pi = \Pi_0 [(\lg E / 2 + 1) - 1]$$

при соблюдении нормы выбросов показатели  $E = 1$  и  $K = 1$ ; при этом  $\Pi = 0$ ; в случае невыполнения нормативов ( $E > 1$ )  $K = \lg E - 1$

Дополнительная прибыль составит

$$\Pi = \Pi_0 [\lg E + 1] - 1$$

Следующие числовые примеры показывают влияние загрязнения окружающей среды на прибыль предприятия:

$E = 0,5$  – двукратное превышение выбросов; 15 % прибыли должно дополнительно отводиться в бюджет района или государства;

$E = 1$  – соблюдение нормы по вредным выбросам; прибыль предприятия при этом не меняется;

$E = 2$  – вредные выбросы вдвое ниже плановых величин; предприятие получает дополнительно 30 % от величины прибыли региона.

**Экономическая оценка и анализ возможности получения дополнительной прибыли для энергосистемы, в которую входят 5 ТЭС.**

Исходные данные:

Вариант	W <sub>0</sub> , млн кВт·ч	W <sub>m</sub> Гкал	Выбросы, тыс.т	Годовой норматив выбросов, тыс. т
1	4,81	3521	3,794	12,237
2	4,20	3763	3,927	
3	2,98	2441	3,807	4,518
4	2,80	2687	3,644	
5	7,43	2443	2,331	3,699
6	7,59	2538	2,166	
7	14,68	3301	14,294	20,661
8	14,91	3383	12,042	
9	18,90	4112	11,802	23,135
10	18,49	4257	15,088	
11	11,62	2139	6,502	8,233
12	12,40	2168	6,318	
13	3,85	3736	8,848	1,11
14	4,05	3919	14,250	

Себестоимость тепло- и электроэнергии:

$$C_m = 32 \text{ р./Гкал};$$

$$C_e = 0,4 \text{ р./кВт·ч}$$

Цена отпускаемой тепло- и электроэнергии:

$$\Pi_m = 70 \text{ р./Гкал};$$

$$\Pi_e = 1 \text{ р./кВт·ч}$$

### 2.10.3 Результаты и выводы:

Произведя экономическую оценку и анализ возможности получения дополнительной прибыли для энергосистемы, в которую входят 5 ТЭС сделайте вывод

## 2.11 Практическое занятие №11 ( 2 часа).

**Тема: Расчет предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу**

### 2.11.1. Задание для работы:

1. Определите по вариантам минимальную высоту предельно-допустимого выброса по следующей методике.
2. Произведите расчет рассеивания выбросов из одиночного источника (нагретый и холодный выбросы) и группы источников.

### 2.11.2. Краткое описание проводимого занятия:

Для каждого действующего или проектируемого объекта, являющегося источником загрязнения атмосферы, устанавливаются нормативы предельно -допустимых выбросов (ПДВ).

Предельно допустимый выброс от рассматриваемого объекта должен быть таким, чтобы в совокупности с другими источниками выбросов не создавалось концентраций вредных веществ в воздухе, превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК) для населения.

$$C + C + \dots + C \leq ПДК$$

Концентрация конкретного вещества (примеси) в атмосферном воздухе формируется несколькими близлежащими источниками выбросов, а также (по некоторым

веществам) в результате трансграничного переноса. Образовавшаяся в конкретной местности концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе называется фоновой концентрацией (  $\phi C$  ). Она обязательно учитывается при нормировании выбросов загрязняющих веществ из источника. При этом концентрация загрязняющего вещества в контрольной точке, формируемая рассматриваемым источником выброса ( и  $C$  ), должна быть такой, чтобы соблюдалось соотношение

$$C + C \leq . ПДК$$

В этих выражениях используется  $ПДК$  . (среднесуточная) для населенных мест или  $ПДК$  . (максимально-разовая). Предельно допустимый выброс устанавливается для каждого источника выброса и каждого загрязняющего вещества. Если по каким-либо объективным причинам нормативы  $ПДВ$  не могут быть достигнуты в настоящее время, для них устанавливаются значения временно согласованных выбросов, которые должны отвечать современному уровню технологии данного производства.

Норматив  $ПДВ$  устанавливается в г/с и т/год выбрасываемого вредного вещества. Первое значение норматива используется для контроля за работой пылегазоочистных установок, второе – для расчета платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

Основой для обоснования нормативов  $ПДВ$  является прогноз ожидаемых концентраций вредных веществ в контрольных точках приземного слоя атмосферы, создаваемых источником выброса, с учетом фоновых концентраций.

Указанный прогноз осуществляется на основе расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Рассеивание примесей в атмосфере – явление, сопутствующее любому выбросу загрязняющих веществ в атмосферу. В прошлом и во многом сейчас рассеивание выбросов является основным способом снижения атмосферных концентраций загрязняющих веществ. Рассеиванию подлежат также очищенные и обезвреженные газовые выбросы. Примесь, выброшенная в атмосферу из источника, рассеивается и переносится в воздухе постоянно существующими вихрями разных масштабов.

Интенсивность рассеивания в разных погодных условиях различна и определяется главным образом двумя факторами: направлением и силой ветра, температурой воздуха и ее изменением по высоте. Разность температур между слоями воздуха определяется степенью нагретости поверхности земли. Чем сильнее нагрета эта поверхность, тем интенсивнее вертикальное перемещение воздуха. Кроме состояния атмосферы, существенное влияние на рассеивание оказывают параметры источника выбросов и особенности рельефа местности.

Все источники выбросов в атмосферу делятся на организованные (трубы, газоходы, воздуховоды), поступающие в атмосферу в виде направленных потоков газа, и неорганизованные – в виде ненаправленных потоков газа, вследствие нарушения герметичности оборудования, при загрузке сыпучих и летучих материалов, кучном хранении материалов, при испарении с открытых поверхностей и т.д.

Организованные источники в зависимости от размеров делятся на точечные (трубы) и линейные (аэрационный фонарь). Источники могут быть подвижными и неподвижными. Основными параметрами источников, которые влияют на рассеивание выбросов, являются высота над поверхностью земли, размеры выходного отверстия. Чем выше высота трубы, тем больше территории, на которой рассеиваются выбросы. Труба высотой 100 м позволяет рассеивать вещества в круге радиусом до 20 км, а труба высотой 250 м – в радиусе до 75 км.

Характеристиками выбросов, учитываемыми при рассеивании, являются температура выброса, скорость выхода газовой струи, содержание и физические свойства примеси. С увеличением разности температур между окружающим воздухом и выбрасываемым газовым потоком улучшаются условия рассеивания.

Рельеф местности может оказывать существенное влияние на характер рассеивания и распределения примесей вблизи поверхности земли. В сложных формах рельефа возникает местная циркуляция воздуха, образуются восходящие и нисходящие потоки, возможно образование застойных зон. Для низких источников значительное влияние на рассеивание оказывают высота близко стоящих зданий, их взаимное расположение.

Наихудшие условия рассеивания создаются при так называемых неблагоприятных метеорологических условиях. К ним относятся скорость ветра выше определенного значения (опасная скорость ветра) и застойные явления, связанные с безветрием (шиль), туманом, нарушением характера изменения температуры воздуха по высоте (температурная инверсия). При неблагоприятных метеорологических условиях возникает опасность значительного увеличения приземных концентраций загрязняющих веществ, возникновения смога и т.д.

Многообразие факторов, влияющих на эффективность рассеивания, затрудняет прогнозирование возможных приземных концентраций при выбросе из источников. А такой прогноз особенно необходим для оценки воздействия проектируемого объекта на атмосферный воздух, при решении проблем, связанных с размещением промышленных объектов, установлением границ санитарно-защитной зоны, проектированием систем очистки и др.

Для прогнозирования приземных концентраций вредных веществ, создаваемых источником или группой источников, используются специальные расчетные методы и компьютерные программы, базирующиеся на теоретических моделях рассеивания примесей в атмосфере и экспериментально установленных закономерностях. Они позволяют рассчитать для различных источников выбросов приземные концентрации загрязняющих веществ в любых точках с учетом фона и без него, учесть наличие в выбросах веществ одностороннего действия и т.д.

### **Нахождение предельно-допустимого выброса и его минимальной высоты**

Предельно допустимый нагретый выброс вредного вещества в атмосферу ПДВ (г/с) из одиночного источника (трубы), при котором обеспечивается не превышающая ПДК концентрация его в приземном слое воздуха, должен определяться по формуле

$$\text{ПДВ} = \frac{\text{ПДК} \cdot H^2 \sqrt[3]{V \cdot \Delta T_1}}{A \cdot F \cdot m \cdot n}.$$

При этом концентрация вредного вещества в выбросах около устья источника не должна превышать величины см.т (г/м3), определяемой по формуле:

$$c_{\text{м.т.}} = \frac{\text{ПДВ}}{V_1},$$

или, учитывая формулу (1),

$$c_{\text{м.т.}} = \frac{\text{ПДК} \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n} \sqrt[3]{\frac{\Delta T}{V_1^2}}.$$

Предельно допустимый холодный выброс вредного вещества в атмосферу ПДВ из одиночного источника, при котором обеспечиваются не превышающие ПДК концентрации вредных веществ в приземном слое воздуха, должен определяться по формуле:

$$\text{ПДВ} = \frac{8\text{ПДК} \cdot H^3 \sqrt{HV_1}}{A \cdot F \cdot n \cdot D}.$$

а максимально допустимая концентрация вредного вещества см.т при выходе в атмосферу должна быть равна:

$$c_{\text{м.т}} = \frac{8\text{ПДК} \cdot H^3 \sqrt{H}}{A \cdot F \cdot n \cdot D}.$$

Высота одиночного источника выброса (трубы)  $H$ , при которой обеспечивается не превышающее ПДК значение максимальной приземной концентрации вредных веществ см.т, если установлены величины  $M$ ,  $\omega$ ,  $V_1$ ,  $D$  и  $\Delta T$ (°C), определяется при холодных и нагретых выбросах по формулам (6) и (7):

$$H = \left( \frac{A \cdot F \cdot M \cdot D}{8 \cdot V_1 \cdot \text{ПДК}} \right)^{3/4}.$$

Если вычисленной величине  $H$  соответствует величина  $vm \geq 2$  м/с, то при найденном значении  $H$  обеспечивается требование:  $cm \leq \text{ПДК}$ . Если  $vm \leq 2$  м/с, то необходимо при найденном значении  $H$  определить величину  $n$ , а затем уточнить величину  $H$ .

№ п/п	ПДК, мг/м	V1, м/с	A	F	ΔT	H, м	D, м
1	0,3	0,6	240	1	120	60	1,8
2	0,002	1,1	200	2	100	100	1,4
3	0,006	0,23	160	2,5	88	132	1,6
4	0,012	0,06	120	3	230	110	1,1
5	0,35	0,14	240	1	210	120	0,9
6	0,001	0,28	200	2	200	90	0,8
7	0,003	0,04	160	2,5	140	140	2,4
8	0,015	0,43	120	3	160	150	2,2
9	0,001	0,30	240	1	150	75	0,5
10	0,04	0,52	120	2	80	82	0,8

### Расчет рассеивания выбросов из одиночного источника

#### Нагретые выбросы

Максимальная приземная концентрация вредных веществ См для выброса нагретой газовоздушной смеси из одиночного (точечного) источника с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии  $X_m$  (м) от источника должна определяться по формуле:

$$C_M = \frac{AMFmn}{H^2 \sqrt{\Delta T} V_1} \quad (1)$$

где  $A$  — коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе, с  $2/3 \cdot \text{мг} \cdot \text{град}^{1/3} / \text{г}$ ;  $M$  — количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с;  $F$  — безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;  $n$  — безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса;  $H$  — высота источника выброса над уровнем земли, м;  $\Delta T$  — разность между

температурой выбрасываемой газовоздушной смеси  $T_G$  и температурой окружающего атмосферного воздуха  $T_B$ , град;  $V_1$  — объем газовоздушной смеси ( $m^3/c$ ), определяемый по формуле

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0$$

где  $D$  — диаметр устья источника выброса, м/с.

Коэффициент  $A$  принимается равным 120-240.

Величина  $\Delta T$  ( $^{\circ}C$ ) определяется как разность температуры окружающего атмосферного воздуха  $T_B$  по средней температуре наружного воздуха в 13 ч наиболее жаркого месяца года по главе СНиП «Строительная климатология и геофизика» (21,5  $^{\circ}C$ ), а температуру выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси  $T_G$  — по действующим для данного производства технологическим нормативам.

Значения безразмерного коэффициента  $F$  принимаются:

а) для газообразных вредных веществ (сернистого газа, сероуглерода и т.п.) и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) — 1;

б) для пыли и золы (кроме указанных в п.а), если средний эксплуатационный коэффициент очистки равен: не менее 90 % — 2; от 75 до 90 % — 2,5; менее 75 % — 3.

Безразмерный коэффициент  $\pi$  определяется по формуле:

$$\pi = \frac{1}{0.67 + 0.1\sqrt{f} + 0.34\sqrt[3]{f}} \quad (3)$$

в зависимости от параметра,  $m/(c^2 \cdot \text{град})$ , вычисляемого по формуле:

$$f = 10^3 \frac{\omega^2 D}{H^2 \Delta T} \quad (4)$$

Значение безразмерного коэффициента  $\pi$  определяется по формулам (5)-(7) в зависимости от параметра  $V_M$ , вычисляемого по формуле (8).

$$\text{При } VM \leq 0,3n \quad n = 3;$$

$$\text{при } 0,3n \leq VM \leq 2 \quad n = 3 - \sqrt{(VM - 0,3)(4,36 - VM)};$$

$$\text{при } VM > 2 \quad n = 1,$$

$$\text{где } V_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}.$$

Максимальная приземная концентрация вредных веществ СМ при неблагоприятных метеорологических условиях достигается на оси факела выброса (по направлению среднего ветра за рассматриваемый период) на расстоянии  $X_M$  (м) от источника выброса.

Величина  $X_M$  определяется по формуле:

$$X_M = d H, \quad (9)$$

где  $d$  — безразмерная величина, определяемая по формулам:

$$\text{при } VM < 2 \quad d = 4,95 V_M (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}); \quad (10)$$

$$\text{при } VM > 2 \quad d = 7 \sqrt[3]{V_M} (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \quad (11)$$

Когда безразмерный коэффициент  $F > 2$ , величина  $X_M$  определяется по формуле:

$$X_M = \frac{(5-F)}{4} dH. \quad (12)$$

Опасная скорость ветра  $u_M$  (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от земли), при которой имеет место наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе  $C_M$ , должна приниматься:

$$\text{при } VM < 0,5 \quad u_M = 0,5; \quad (13)$$

$$\text{при } 0,5 < VM < 2 \quad u_M = VM; \quad (14)$$

$$\text{при } VM > 2 \quad u_M = VM(1 + 0,12\sqrt{VM}). \quad (15)$$

Максимальная приземная концентрация вредного вещества  $C_M$  (мг/м<sup>3</sup>) при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра (м/с), отличающейся от опасной скорости ветра  $u_M$ , должна определяться по формуле:

$$C_{Mu} = r C_M \quad (16)$$

где  $r$  — безразмерная величина, определяемая в зависимости от соотношения  $u/u_M$  по формулам:

$$\text{при } \frac{u}{u_M} \leq 1 \quad r = 0,67 \left( \frac{u}{u_M} \right) + 1,67 \left( \frac{u}{u_M} \right)^2 - 1,34 \left( \frac{u}{u_M} \right)^3;$$

$$\text{при } \frac{u}{u_M} > 1 \quad r = \frac{3 \frac{u}{u_M}}{2 \left( \frac{u}{u_M} \right)^2 - \left( \frac{u}{u_M} \right) + 2}.$$

Расстояние от источника выброса  $X_{Mu}$  (м), на котором при скорости ветра  $u$  и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация вредных веществ достигает максимального значения  $C_M$  (мг/м<sup>3</sup>), определяется по формуле

$$X_{Mu} = p X_M \quad (19)$$

где  $p$  — безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения  $u/u_M$  по формулам:

$$\text{при } \frac{u}{u_M} \leq 0,25 \quad p = 3;$$

$$\text{при } 0,25 < \frac{u}{u_M} \leq 1 \quad p = 0,83 \left( 1 - \frac{u}{u_M} \right)^5 + 1;$$

$$\text{при } \frac{u}{u_M} > 1 \quad p = 0,32 \left( \frac{u}{u_M} \right) + 0,68.$$

Значения приземных концентраций вредных веществ  $C$  в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях от источника выброса определяются по формуле:

$$C = S_1 C_M, \quad (23)$$

где  $S_1$  — безразмерная величина, определяемая при опасной скорости ветра в зависимости от соотношения  $X/X_M$  по формулам:

$$\text{при } \frac{X}{X_M} \leq 1 \quad S_1 = 3\left(\frac{X}{X_M}\right)^4 - 8\left(\frac{X}{X_M}\right)^3 + 6\left(\frac{X}{X_M}\right)^2;$$

$$\text{при } 1 > \frac{X}{X_M} \leq 8 \quad S_1 = \frac{1,13}{0,13\left(\frac{X}{X_M}\right)^2 + 1}.$$

При  $X/X_M > 8$  и  $F > 1$  величина  $S_1$  определяется по формуле

$$S_1 = \frac{\frac{X}{X_M}}{3,58\left(\frac{X}{X_M}\right)^2 - 35,2\left(\frac{X}{X_M}\right) + 120}.$$

При  $X/X_M > 8$  и  $F$  равном 2; 2,5 или 3, величина  $S_1$  определяется по формуле

$$S_1 = \frac{1}{0,1\left(\frac{X}{X_M}\right)^2 + 2,47\left(\frac{X}{X_M}\right) - 17,8}.$$

Аналогично определяются значения концентраций вредных веществ на различных расстояниях по оси факела при других значениях скоростей ветра и неблагоприятных метеорологических условиях.

#### *Холодные выбросы*

Максимальная приземная концентрация вредных веществ  $CM$  для выброса холодной газовоздушной смеси из одиночного источника с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии  $X_M$  от источника определяется по формуле

$$C_M = \frac{AMFn}{H^{4/3}} K, \quad (28)$$

где  $A$  — коэффициент, имеющий размерность  $\text{мг} \cdot \text{м}^{1/3}/\text{г}$ ;  $n$  — безразмерный коэффициент, находится по формулам (5)-(7) в зависимости от параметра  $VM$  ( $\text{м}/\text{с}$ ), вычисляемого по формуле:

$$V_M = 1,3 \frac{\omega_0 D}{H};$$

$K$  — величина ( $\text{с}/\text{м}^2$ ), определяемая по формуле:

$$K = \frac{D}{8V_1} = \frac{1}{7,1\sqrt{\omega_0 V_1}}.$$

Опасная скорость ветра  $u_M$  ( $\text{м}/\text{с}$ ) при холодных выбросах принимается: при  $V_M < 2M/c$  — по формулам (13) и (14), а при  $V_M > 2 \text{ м}/\text{с}$  — по формуле  $u_M = 2,2V_M$ .

Безразмерный коэффициент  $d$  определяется по формулам:

$$\text{при } VM \leq 2 \quad d = 11,4 VM,$$

$$\text{при } VM > 2 \quad d = 16,1 \sqrt{VM}.$$

Далее расчет рассеивания вредных веществ для холодных выбросов производится, как для нагретых.

### Расчет рассеивания выбросов из группы источников

Приземная концентрация вредного вещества  $C$  в любой точке местности при наличии  $N$  источников определяется как сумма концентраций вредных веществ в этой точке от отдельных источников

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_N \quad (33)$$

где  $C_1, C_2, \dots, C_N$  — концентрации вредных веществ, выбрасываемых 1-м, 2-м и  $N$ -м источником,  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

Максимальная суммарная концентрация вредных веществ  $CM$  от  $N$  одиночных источников равной высоты, близко расположенных на площадке друг от друга с одинаковыми диаметрами устьев, одинаковыми скоростями выхода в атмосферу газовоздушной смеси или ее нагревами, определяется по формуле:

$$C_M = \frac{AMFmn}{H^2} \sqrt[3]{\frac{N}{V\Delta T}}, \quad (34)$$

где  $M$  — суммарное количество вредного вещества, выбрасываемого всеми источниками в атмосферу,  $\text{г}/\text{с}$ ;  $V$  — суммарный объем выбрасываемого всеми источниками газовоздушной смеси,  $\text{м}/\text{с}$ , определяемый по формуле:

$$V_1 N$$

$$V = \quad (35)$$

Параметр  $VM$  находится по формуле:

$$V_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V\Delta T}{NH}}. \quad (36)$$

Здесь  $C'M$  — приземная максимальная концентрация вредных веществ,  $\text{мг}/\text{м}^3$ , вычисляемая по формуле (1) при значениях параметров выброса для одного ствола и количестве вредных веществ  $M$ ,  $\text{г}/\text{с}$ , равном суммарному выбросу вредных веществ из всех стволов;  $X'M$ , и  $'M$  — соответственно, расстояние, на котором наблюдается максимальная концентрация вредных веществ  $C'M$ , и опасная скорость ветра  $uM$ , определяемые по формулам (9) — (15) при параметрах выброса для одного ствола;  $C''M$  — приземная концентрация вредных веществ,  $\text{мг}/\text{м}^3$ , вычисляемая по формуле (1), при этом количество вредных веществ  $M$ ,  $\text{г}/\text{с}$ , равно суммарному выбросу вредных веществ из всех стволов, величина  $D_m$  — эффективному диаметру источника выброса  $D_e$ , вычисляемому по формуле:

$$D_m = \left( \frac{2+N}{3} \right) D_e; \quad (37)$$

а объем выходящей газовоздушной смеси  $V_1$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ , равным эффективному объему выходящей в атмосферу газовоздушной смеси  $V_{13}$ ;  $x_m$ , и  $'m$  — соответственно расстояние, на котором наблюдаются максимальная концентрация вредных веществ  $C'm$  и опасная скорость ветра, определяемые по формулам (19) — (25), при  $D = D_e$  и  $V_1 = V_{13}$ ;  $d_l$  — безразмерный коэффициент, определяемый по формуле:

$$d_l = \frac{1-D}{d_2 H - D};$$

где  $l$  — среднее расстояние между центрами устьев стволов,  $\text{м}$ ;  $D$  — диаметр устья ствола,  $\text{м}$ ;  $d_2$  — безразмерный коэффициент, вычисляемый по выражению:

$$d_2 = 0,2 \left[ 0,3 \left( \frac{V_m}{u_m} \right)^{\frac{1}{3}} f + 0,17 \left( \frac{V_m}{u_m} \right)^3 \right]. \quad (39)$$

Данные для расчета

№ П/П	A	M	F	H	$\Delta T$	D	$\omega_0$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	240	12,4	1	120	100	1,4	0,3
2	200	25,6	2	80	210	2,2	0,4
3	160	20,3	2,5	160	200	0,9	0,1
4	120	35,1	3	110	130	0,85	0,2
5	240	22,8	1	90	180	1,24	0,3
6	200	32,6	2	98	125	1,6	0,2
7	160	18,8	2,5	56	170	2,1	0,4
8	120	21,5	3	100	220	1,8	0,1
9	240	30,2	1	62	165	0,86	0,2
10	160	18,3	2	70	90	0,94	0,3

### 2.11.3 Результаты и выводы:

По вычисленным данным построить поля концентрации выбросов и сделать вывод

### 2.12 Практическое занятие №12( 2 часа).

Тема: Оценка эффективности пылеуловителя

#### 2.12.1. Задание для работы:

**Задание 1.** Определить к.п.д. пылеуловителя. Газ перед пылеуловителем содержал Z1 (г/м<sup>3</sup>) пыли и С'(%) CO<sub>2</sub>. После пылеуловителя в газе содержалось Z2 (г/м<sup>3</sup>) пыли и С"(%) CO<sub>2</sub>. В пылеуловителе CO<sub>2</sub> не вступает ни в какие реакции.

№ п/п	Z1	Z2	C'	C"
1	2	3	4	5
1	10	1	7	5
2	12	1,4	8	7
3	9	1,8	9	6
4	11	2	6	3
5	13	2,1	10	7

**Задание 2.** При замерах запыленности газа получены следующие результаты: запыленность газа на входе в пылеуловитель Z1(г/М3); количество газа, входящего в пылеуловитель, V'О (м<sup>3</sup>/ч); содержание CO<sub>2</sub> в этом газе С'CO<sub>2</sub>, (%); запыленность газа на выходе из пылеуловителя Z2 (г/м<sup>3</sup>).

Количество газа, выходящего из пылеуловителя, не замерялось, но содержание в нем CO<sub>2</sub>, составило С"CO<sub>2</sub>, (6 %). Известно, что в пылеуловителе никаких реакций, сопровождавшихся выделением или поглощением CO<sub>2</sub>, не происходило. За некоторое время в аппарате уловлено M3 (кг) пыли. Требуется, пользуясь каждым из трех рассмотренных методов, определить к.п.д. пылеуловителя.

						Время работы	Кол-во
--	--	--	--	--	--	--------------	--------

№ п/п	Z1	Z2	V'о	C'	C"	пылеуловителя, час	Уловленной пыли, кг
1	6	0,5	30000	5	3,6	3,5	508
2	8	1,1	32000	7	4	8	1230
3	5	0,3	12000	3	2	6	920
4	7	0,9	25000	4	3,1	5	804
5	4	0,3	21000	6	3,8	6,5	980

### 2.12.2. Краткое описание проводимого занятия:

Пылеуловители — устройства, предназначены для очистки от пыли вентиляционного воздуха, выбрасываемого в атмосферу.

По принципу действия обеспыливающие устройства можно разделить на четыре группы: гравитационные пылеуловители, инерционные пылеуловители (сухие и мокрые), пылеуловители и фильтры контактного действия и электрические пылеуловители и фильтры. Гравитационные пылеуловители действуют на принципе использования гравитационных сил, или сил тяжести, обуславливающих оседание из воздуха пылевых частиц. На этом принципе основано устройство пылеосадочных камер. Инерционные пылеуловители (сухие и мокрые) действуют на принципе использования инерционных сил, возникающих при изменении направления движения запыленного воздушного потока. К таким устройствам относятся циклоны разнообразной конструкции, центробежные скруббера и циклоны-промыватели, струйные пылеуловители типа ротоклон и пылеуловители Вентури. Пылеуловители и фильтры контактного действия задерживают пылевые частицы при пропускании запыленного воздуха через сухие или смоченные пористые материалы: ткань, слой синтетических волокон, бумагу, проволочную сетку, слои зернистых материалов, керамических и металлических колец и т. п [4].

Электрические пылеуловители и фильтры очищают воздух(или газ) от взвешенных в нем частиц(пыль, туман, дым) путем ионизации их при прохождении через электрическое поле. Действие пылеуловителей и фильтров характеризуется следующими показателями: степенью очистки, пропускной способностью или удельной воздушной нагрузкой, пылеемкостью, аэродинамическим сопротивлением, расходом энергии и стоимостью очистки.

Гравитационные пылеуловители: простейшим типом пылеуловителей являются пылеосадочные камеры, относящиеся к гравитационным пылеуловителям. Их действие основано на том, что скорость потока запыленного воздуха, поступающего в камеру и расширяющегося в ней, уменьшается, вследствие чего находящиеся в нем тверды частицы осаждаются под влиянием собственного веса.

Инерционные пылеуловители:

1) Сухие:

- Циклоны представляют собой пылепылеулавливающие аппараты, в которых улавливание пыли происходит в результате инерции. Очищаемый воздух, поступая в верхнюю цилиндрическую часть циклона тангенциально и вращаясь, опускается из кольцевого пространства, образуемого корпусом циклона и выхлопной трубой, в конусную часть и, продолжая вращаться, поднимается, выходя через выхлопную трубу.

- Ротационный пылеуловитель представляет собой вентилятор, который одновременно с перемещением воздуха очищает его от пыли. Очистка воздуха происходит под действием центробежных сил, возникающих при вращении рабочего колеса.

2) Мокрые:

- Центробежный скруббер.

Запыленный воздух вводится в скруббер наклонно-расположенным патрубком , в котором находится смывное приспособление. Воздушный поток со смоченными и

укрупненными частицами пыли со скоростью 15-23 м/с входит тангенциально в корпус. По стенкам корпуса сверху вниз винтообразно стекает водяная пленка, подаваемая оросительной трубкой через форсунки, установленные касательно к внутренней поверхности цилиндра. Эта пленка смывает отделяющуюся пыль со стенок вниз. Шлам собирается в конусе и через конусный патрубок (гидрозатвор) поступает в шламоотстойник [4].

- Циклон-промыватель.

Улавливание пыли происходит в результате осаждения ее на смоченную внутреннюю поверхность стенок корпуса под действием сил инерции и благодаря промывки воздуха водой, распыляемой во входном патрубке воздушным потоком. Вода подается в циклон во входной патрубок и на днище водораспределителя, которое расположено в верхней части циклона. Для поддержания постоянного давления воды, необходимой для промывки воздуха, циклон промыватель снабжается водонапорным бачком с шаровым клапаном.

- Пылеуловитель Вентури (турбулентный промыватель)

Основан на использовании энергии газового потока для распыления впрыскиваемой воды. Газовый поток, имеющий высокую степень турбулентности, способствует коагуляции частиц. Крупные капли жидкости, содержащие частицы пыли, легко улавливаются в устанавливаемых вслед за трубой Вентури мокрых циклонах, циклонах-каплеуловителях.

- Пенный пылеуловитель.

Пенные газоочистители применяют для очистки от пыли нейтральных газов с температурой до 100° С, которые не образуют в процессе промывки водой кристаллизующихся солей, забивающих отверстия решеток или отлагающихся на поверхностях аппарата. Очищаемые газы должны иметь плотность не менее 0,6 кг/м<sup>3</sup> и высокую начальную запыленность. Степень очистки при размерах частиц 15-20 мкм составляет 96-90%, при размерах частиц 3-5 мкм падает до 80%.

- Тканевые рукавные пылеуловители получили большое распространение для улавливания тонких и грубых фракций пыли. Они служат для улавливания пыли из технологических газов и вентиляционного воздуха. Во избежание конденсации влаги на ткани и стенках рукавов при установке пылеуловителей следует учитывать температуру и влажность очищаемого воздуха. Регенерация ткани осуществляется одновременным встряхиванием рукавов и их обратной продувкой. В этом случае регенерируемая секция отключается от коллектора очищенного воздуха.

- Электрические пылеуловители.

В электропылеуловителях содержащиеся в воздухе частицы пыли приобретают заряд осаждаются на осадительных электродах. Эти процессы происходят в электрическом поле, образованном двумя электродами с разноименными зарядами. Один из электродов является одновременно и осадителем.

Эффективность работы пылеуловителей можно характеризовать двумя показателями:

- 1) абсолютной величиной запыленности очищенного газа;
- 2) степенью улавливания пыли (к.п.д.) в пылеуловителе.

Определение абсолютной величины запыленности очищенного газа имеет очень важное значение, например, при подсчете потерь металлов с неулавливаемой пылью в санитарном отношении (количество вредных выбросов в атмосферу) и т.п. В этих условиях, кроме выходной запыленности, необходимо также знать количество газа, выходящего из пылеуловителя. В последнее время в связи с более жесткими требованиями по охране воздушного бассейна знание абсолютной величины запыленности очищенного газа даже более важно, чем определение к.п.д.

Для оценки эффективности пылеуловителя в данных условиях более показательной величиной является к.п.д. Теоретически эту величину определяют по

количеству пыли в газе до и после пылеуловителя. Практически этот вопрос осложняется следующими обстоятельствами:

- 1) из-за несовершенства методов замеров количество пыли, осажденной в пылеуловителе, всегда в той или иной степени не балансируется с количеством пыли, рассчитанным по замерам запыленности входящего и выходящего газа и количества очищаемого газа;
- 2) в каждом пылеуловителе могут быть подсосы воздуха или утечки газа, что необходимо учитывать при подсчете к. п. д. пылеуловителя.

Следует также иметь в виду, что пылеуловители различных типов в разной степени улавливают различные по размеру частиц фракции пыли. Например, большинство пылеуловителей более полно улавливает крупные пылинки, чем мелкие.

Поэтому в некоторых случаях требуется знать не общий к. п. д. пылеуловителя, а к. п. д. улавливания пыли различных фракций (фракционные к. п. д.).

То же самое можно сказать и относительно химического состава улавливаемых пылей. Поэтому в некоторых случаях требуется знать к.п.д. пылеуловителя по тому или иному химическому элементу или соединению (химический к.п.д.).

Для расчета степени улавливания пыли можно воспользоваться любыми двумя величинами из следующих трех:

- 1) количеством пыли, содержащейся в газе на входе в пылеуловитель, равным произведению количества входящего (неочищенного) газа  $V' O$ ,  $m^3/ч$ , отнесенного к нормальным условиям, на его запыленность  $Z_0$ ,  $g/m^3$ .

Обозначим эту величину через  $M_1$ :

$$M_1 = V' O \cdot Z_0 / 1000 \text{ кг/ч}; \quad (1)$$

- 2) количеством пыли, содержащейся в газе на выходе из пылеуловителя, равным произведению количества выходящего (очищенного) газа  $V'' O$  ( $m^3/ч$ ) на его запыленность  $Z_2$ ,  $g/m^3$ . Обозначим эту величину через  $M_2$ :

$$M_2 = V'' O \cdot Z_2 / 1000, \text{ кг/ч}. \quad (2)$$

- 3) количеством пыли, уловленной в пылеуловителе, определенным взвешиванием. Обозначим эту величину  $M^J$ ,  $kg/ч$ .

Теоретически разность двух первых величин должна равняться третьей величине. Практически же это недостижимо, так как определение каждой из них связано с теми или иными погрешностями при замерах. Даже взвешивание пыли, уловленной в пылеуловителе, не всегда можно выполнить достаточно точно, так как затруднительно выгрузить полностью уловленную пыль из пылеуловителя, избежав, в частности, ее потерь при выгрузке.

При пользовании первым методом подсчета к. п. д. за исходные приняты количества пыли, содержащейся на входе и выходе из него. В этом случае к.п.д. пылеуловителя можно подсчитать по формуле:

$$\eta_1 = (M_1 - M_2) / M_1, \quad (3)$$

или, подставляя указанные ранее значения для  $M_1$  и  $M_2$ , получим:

$$\eta_1 = (Z_1 V' O - Z_2 V'' O) / Z_1 V' O. \quad (4)$$

Если объем газа изменяется вследствие подсоса воздуха, то для подсчета к.п.д. при применении этого метода достаточно знать величину подсоса.

Таким образом, при увеличении объема газа с  $V' O$  до  $V'' O$  и изменении содержания какого-либо газового компонента (например,  $SO_2$ ) с  $C'so_2 \%$  до  $C''so_2 \%$  можно написать:

$$V' O C'so_2 = V'' O C''so_2, \quad (5)$$

так как при это общее количество  $SO_2$  в газе не изменилось, а изменилась только его концентрация.

Отсюда находим, что

$$V''0/V'0 = C'SO_2/C''SO_2. \quad (6)$$

Подставляя найденные значения в формулу для определения  $\Gamma$  1, получим:

$$\eta 1 = 1 - C' SO_2 * Z2 / C'' SO_2 * Z 1. \quad (7)$$

Рассмотрим второй метод подсчета к.п.д. пылеуловителя, когда за исходные величины берут количества пыли, содержащейся в газе на входе в пылеуловитель и уловленной в пылеуловителе; к.п.д. пылеуловителя в этом случае будет равен:

$$\varphi 2 = 1000M3/ZIV'0. \quad (8)$$

При пользовании третьим методом подсчета к.п.д. пылеуловителя за исходные величины берут количества пыли, уловленной в пылеуловителе и содержащейся в газе на выходе из пылеуловителя.

В этом случае к. п. д. пылеуловителя равен

$$\varphi 3 = M3 / (M3 + 0,001 Z2 V'' 0). \quad (9)$$

Из формул следует, что при применении первого метода можно не знать абсолютного количества уловленной в пылеуловителе пыли, а необходимо знать запыленность и количество газов на входе в пылеуловитель и выходе из него. Если же известна степень разбавления газов вследствие подсосов, то не требуется знать и количество поступающих в пылеуловитель и выходящих из него газов, т.е. можно пользоваться формулой для определения  $\eta$  1. При пользовании другими двумя методами нужно знать количество газа и его запыленность только на входе в пылеуловитель или на выходе из него, а также количество уловленной пыли  $M3$ .

Из трех описанных методов определение к. п. д. пылеуловителя следует считать для большинства практических случаев наиболее точным третий метод, когда за исходные величины берут количество уловленной пыли и запыленность газа на выходе из пылеуловителя. Это объясняется тем, что замеры запыленности газа на входе в пылеуловитель связаны с возможностью наибольших ошибок. Пыль, содержащаяся в неочищенном газе, имеет, как правило, в своем составе более крупные по размеру частицы фракции, чем в очищенном газе. В связи с этим, как известно, требуется особо точно соблюдать все требования, предъявляемые методикой замеров запыленности: равенство скоростей газа в газопроводе и входном отверстии заборной трубы, ее точную установку и другие условия.

Крупная пыль может неравномерно распределяться по сечению газопровода и оседать в канале заборной трубы.

Помимо степени улавливания пыли (к.п.д.), пользуются в некоторых случаях коэффициентом уноса  $e$ , который определяют по формуле:  $e = 100 - \eta$ .

Коэффициент уноса представляет собой отношение количества пыли, уносимой газами из пылеуловителя, к количеству пыли, поступающей за то же время в пылеуловитель.

Для задания № 2 определить коэффициент уноса.

### 2.12.3 Результаты и выводы:

Определить к.п.д. пылеуловителя и коэффициент уноса и сделать выводы.

## 2.13 Практическое занятие №13 ( 2 часа).

**Тема: Состав сточных вод и расчет необходимой степени их очистки**

### 2.13.1. Задание для работы:

**Задание 1.** Определить концентрацию загрязнений по взвешенным веществам и по БПКполн в сточных водах, поступающих на городские очистные сооружения. В городе

имеется два района с различной степенью благоустройства. Норма водоотведения для первого района  $q_1$  л/(чел.-сут), а для второго  $q_2$  л/(чел.-сут). В городе находятся хлопчатобумажный комбинат, химико-фармацевтический и машиностроительный заводы. Расход бытовых сточных вод, поступающих из первого района,  $Q_1$  быт  $m^3$ /сут, из второго —  $Q_2$  быт  $m^3$ /сут. Расход производственных сточных вод,  $m^3$ /сут, поступающих в городскую канализационную сеть, составляет от хлопчатобумажного комбината  $Q_{1\text{пр}}$ ; химико-фармацевтического завода —  $Q_{2\text{пр}}$  и машиностроительного завода —  $Q_{3\text{пр}}$ ; концентрация загрязнений, мг/л, по взвешенным веществам и по БПКполн равна в сточных водах хлопчатобумажного комбината  $P_1$  взв и  $P_1$  БПК, химико-фармацевтического завода  $P_{2\text{взв}}$  и  $P_{2\text{БПК}}$ , машиностроительного завода —  $P_{3\text{взв}}$  и  $P_{3\text{БПК}}$ .

По СниП 2.04.03-85 содержание загрязнений в бытовых водах в расчете на одного жителя составляет по взвешенным веществам 65 г/сут и по БПКполн — 75 г/сут.

Данные для решения задачи приведены в таблице.

№ п\п	$q_1$	$q_2$	$Q_1$ быт	$Q_2$ быт	$Q_{1\text{пр}}$	$Q_{2\text{пр}}$
1	150	300	18000	40000	15000	30000
2	130	350	22000	35000	12000	25000
3	260	250	19000	23000	10000	28000
4	140	320	14000	20000	11000	32000
5	120	200	20000	36000	14000	28000

№ п\п	$Q_3$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_{1\text{пр}}$	$P_{2\text{пр}}$	$P_{3\text{пр}}$
1	6000	150	100	200	250	1200	100
2	8000	120	110	210	260	1600	110
3	4600	130	120	200	280	1500	100
4	6800	140	130	220	260	1400	120
5	5000	120	120	210	240	1200	110

**Задание 2.** По данным гидрометеорологической службы среднемесячный расход воды в реке при 95 %-ной обеспеченности составляет в расчетном створе  $Q(m^3/s)$ . На участке реки от места выпуска сточных вод до расчетного створа средняя скорость течения равна  $v_{cp}$  (м/с) при глубине  $H$  (м). Извилистость русла на участке слабо выражена, т.е.  $\varphi = 1$ . Выпуск сточных вод с расходом  $q$  ( $m^3/s$ ) проектируется у берега, т.е.  $\xi = 1$ .

Расстояние от места выпуска сточных вод до расчетного створа по фарватеру составляет  $L$ (км). Определить степень смешения сточных вод в водоеме у расчетного створа.

Данные для решения задачи приведены в таблице.

№ п/п	$Q$	$v_{cp}$	$H$	$q$	$L$
1	30	0,64	1,2	0,6	3,5
2	45	0,42	1,6	0,8	4
3	32	0,54	1,8	0,4	2
4	40	0,62	2,1	0,5	3
5	28	0,32	1,1	0,2	1

**Задание 3.** Найти разбавление сточных вод для глубинного сосредоточенного выпуска в проточное озеро, если даны: скорость течения  $v_n$  (м/с), средняя глубина в месте выпуска  $H$  (м), расчетный расход сточных вод  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ). Расчетный створ водопользования расположен на расстоянии  $L$  (м).

Данные для решения задачи приведены в таблице.

№ п/п	$v_n$	$H$	$Q$	$L$
1	0,02	30	0,32	500
2	0,01	25	0,41	800
3	0,02	28	0,46	250
4	0,03	42	0,53	620
5	0,01	36	0,48	780

**Задание 4.** В реку с расходом  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) сбрасываются сточные воды с расходом  $q$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ). Концентрация взвешенных веществ в сточных водах, поступающих на очистную станцию,  $C$  (мг/л). Участок водоема, в который сбрасываются очищенные сточные воды, относится ко 2 категории водоемов питьевого и культурно-бытового водопользования. Концентрация взвешенных веществ в реке до спуска сточных вод  $b$  ( $\text{г}/\text{м}^3$ ). Коэффициент смешения  $a = 0,75$ .

Для данного участка водоема допускаемое увеличение содержания взвешенных веществ  $P = 0,75 \text{ г}/\text{м}^3$ .

Данные для решения задачи приведены в таблице.

№ п/п	$Q$	$q$	$C$	$b$
1	15	0,3	200	5
2	20	0,2	230	7
3	18	0,4	160	2
4	22	0,2	210	4
5	12	0,3	110	3

**Задание 5.** Найти необходимую степень очистки сточных вод по БПКполн для водоема, отнесенного ко 2 категории водоемов питьевого и культурно-бытового водопользования при следующих условиях. Расход сточных вод  $q$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), расход воды в водоеме  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ); средняя скорость движения воды в реке  $v_{ср}$  (м/с); средняя глубина реки  $H_{ср}$  (м), выпуск сточных вод проектируется у берега, следовательно,  $f = 1$ . Расстояние по фарватеру от места выпуска сточных вод до расчетного створа  $L$  (км); извилистость русла на расчетном участке выражена слабо, т.е.  $\varphi = 1$ . Константа скорости потребления кислорода сточной водой  $k_{ст} = 0,16$ ; константа скорости потребления кислорода речной водой  $k_p = 0,1$ ; БПКполн речной воды до момента выпуска сточных вод  $L_p$  (мг/л).

Данные для расчета приведены в таблице.

№ п/п	q	Q	vср	Hср	L	Lр
1	0,6	20	0,64	1,2	3,5	1,8
2	0,5	22	0,53	2,3	2	1,6
3	0,3	31	0,48	1,8	2,8	1,7
4	0,4	26	0,62	2	3,4	1,8
5	0,5	34	0,58	1,6	3,8	1,6

**Задание 6.** Расход очищенных сточных вод, сбрасываемых в водоем, равен  $Q_{ct}$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), расход воды в реке —  $Q_p$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ). Коэффициент смешения  $a=0,4$ . Содержание растворенного кислорода в природной воде до выпуска сточной  $Op$  ( $\text{мг/л}$ ). Определить, какова степень очистки сточных вод по содержанию растворенного кислорода, если известны БПКполн сточной воды 1полнст ( $\text{мг/л}$ ) и БПКполн в расчетном растворе  $L$  полнр ( $\text{мг/л}$ ).

Данные для расчета приведены в таблице.

№ п/п	Q <sub>ct</sub>	Q <sub>p</sub>	Op	Lполнст	Lполнр
1	1	40	6,5	357	2
2	1,4	28	6	440	2,2
3	2	34	6,2	268	3
4	1,6	42	7,1	312	2,4
5	1,2	42	5,5	320	2,6

### 2.13.2. Краткое описание проводимого занятия:

#### Виды сточных вод и состав загрязнений

Сточные воды подразделяют на бытовые, производственные и атмосферные (дождевые).

Загрязнения, содержащиеся в сточных водах, бывают минерального, органического и бактериального происхождения и могут находиться в растворенном, коллоидном и нерастворенном состояниях. Степень загрязненности сточных вод определяют по ряду показателей санитарно-химического анализа.

Для оценки работы сооружений механической очистки основными показателями являются БПК, ХПК, перманганатная окисляемость, содержание биогенных элементов, реакция среды, температура.

Под ХПК понимается величина, характеризующая общее содержание в воде восстановителей, реагирующих с сильными окислителями. Выражается ХПК количеством кислорода, необходимым для окисления всех содержащихся в воде восстановителей. На практике окисление пробы сточной воды производится раствором бихромата калия в серной кислоте. Под БПК подразумевается количество кислорода (в милиграмммах), необходимое для окисления в аэробных условиях в результате происходящих в воде биологических процессов органических веществ, содержащихся в 1 литре сточной воды. Определение БПК производят на основе анализа изменения количества растворенного кислорода с течением времени. На практике используют пятисуточное биохимическое потребление кислорода — БПК5.

Известно, что для одних и тех же сточных вод ХПК всегда больше БПК. При этом,

если отношение  $BPK/XPK > 0,5$ , сточные воды следует направлять на сооружения биологической очистки. В противном случае их подвергают физико-химической обработке.

Для нормального хода процесса биологической очистки необходимо присутствие в водах биогенных элементов — азота и фосфора. По СНиП 2.04.03-85 содержание азота и фосфора должно удовлетворять соотношению  $BPK:JM:P=100:5:1$ . Для контроля за ходом процесса очистки в случае необходимости определяют содержание в воде токсичных веществ, которые не должны превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). К таким веществам относят ртуть, свинец, кадмий, цианиды, ПАВ и др.

Чтобы предотвратить нарушение кислородного режима в водоеме в результате сброса очищенных сточных вод, определяют содержание растворенного кислорода в воде водоема, которое регламентируется «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами».

Количество загрязнений, находящихся в бытовых сточных водах, по отдельным ингредиентам определяют по табл. 25 СНиП 2.04.03-85. Зная норму водоотведения  $q$ , л/сут, и количество загрязнений  $a$ , приходящихся на 1 чел/сут, можно вычислить содержание их в единице объема сточных вод, т.е. их концентрацию в мг/л:

$$P = a \cdot 1000/q. \quad (1)$$

В современных городах сточные воды промышленных предприятий поступают в городскую канализационную сеть, поэтому в городах воды обычно смешанные — смесь бытовых и производственных. Концентрацию загрязнений, содержащихся в городских сточных водах, поступающих на очистные сооружения, определяют по уравнению:

$$P_{\text{ем}} = (P_{\text{быт}}Q_{\text{быт}} + \sum P_{\text{пр}}Q_{\text{пр}}) / (Q_{\text{быт}} + \sum Q_{\text{пр}}), \quad (2)$$

где  $P_{\text{быт}}$ ,  $Q_{\text{быт}}$  — концентрация загрязнений и расход бытовых сточных вод,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $P_{\text{пр}}$ ,  $Q_{\text{пр}}$  — концентрация загрязнений и расход производственных сточных вод отдельных предприятий,  $\text{г}/\text{м}^3$ .

#### *Расчет разбавления в реках, озерах и водохранилищах*

Для расчета разбавления в средних и больших реках наибольшее распространение получил метод Фролова-Родзиллера. Коэффициент смешения определяют по формуле:

$$a = (1 - e^{-a} VI) / \{1 + (Q/q)e^{-a} VZ\}, \quad (3)$$

где  $Q$  — расход воды (при 95 %-ной обеспеченности) в створе реки у места выпуска сточных вод,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $q$  — расход сточных вод,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $L$  — длина русла от места выпуска сточных вод до расчетного створа, м;  $a$  — коэффициент, зависящий от гидравлических условий смешения.

Коэффициент  $a$  вычисляют по формуле:

$$\alpha = \xi \varphi^3 \sqrt{E \setminus q} \quad (4)$$

где  $\xi$  — коэффициент, учитывающий место расположения выпуска (для берегового выпуска  $\xi = 1$ , для руслового  $\xi = 1,5$ );  $\varphi$  — коэффициент извилистости русла, определяемый как отношение длины русла от выпуска до расчетного створа по фарватеру к расстоянию между этими сечениями по прямой;  $E$  — коэффициент турбулентной диффузии, который находят по формуле:

$$E = v_{ср} H_{ср} / 200; \quad (5)$$

где  $v_{ср}$  — средняя скорость течения воды в реке на участке между выпуским и расчетным створом,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $H_{ср}$  — средняя глубина реки на том же участке, м.

Для определения кратности разбавления в расчетных створах следует применять формулу:

$$n=(\alpha Q=q)/q. \quad (6)$$

Согласно «Правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» расчетным створом называют створ, расположенный на проточных водоемах на 1 км выше по течению от ближайшего пункта водопользования (водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения, места купания и организованного отдыха, территория населенного пункта и т.п.), а на непроточных водоемах и водохранилищах - створы на расстоянии в 1 км в обе стороны от пункта водопользования.

Для расчета разбавления сточных вод в озерах и водохранилищах можно пользоваться методами М.А.Руффеля и Н.Н.Лаптева.

Метод Н.Н Лаптева применим для рассеивающих и сосредоточенных выпусков при скорости истечения сточных вод более 2 м/с. По этому методу предполагается, что выпуск находится на некотором удалении от берега, а глубина в месте устройства выпуска составляет более 30 диаметров выпускного отверстия. Наименьшее разбавление, наблюдающееся на расстоянии от места выпуска сточных вод в озеро или водохранилище, определяют по формуле:

$$n = A(0,2L/d_0)ps, \quad (7)$$

где A- параметр, определяющий изменение разбавления при применении рассеивающего выпуска (при сосредоточенном выпуске A=1); L- расстояние от места выпуска до расчетного створа; d0-диаметр выпускного отверстия; P-параметр, зависящий от степени проточности водоема и нагрузки сточных вод на него; S- параметр, определяемый относительной глубиной водоема.

Если известна скорость течения в озере или в водохранилище, то

$$P = vn/(0,000015v_0 + vn), \quad (8)$$

где  $v_n$  — скорость течения в озере или в водохранилище, м/с;  $v_0$  — скорость истечения из выпуска, м/с.

Параметр S зависит от глубины H в месте выпуска и вычисляется по формуле:

$$S=0,325H/\{360+(vn/v_0)1.05\}+0,875. \quad (9)$$

#### Расчет необходимой степени очистки сточных вод

Водоемы обладают самоочищающей способностью, что следует учитывать при проектировании очистных сооружений и определении необходимой степени очистки.

Необходимую степень очистки сточных вод, спускаемых в водоем, находят по следующим показателям: количество взвешенных веществ, потребление растворенного кислорода, допускаемая БПК смеси речных и сточных вод, изменение активной реакции воды, а также предельно допустимые концентрации токсических примесей и других вредных веществ.

В «Правилах охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» выделяют две категории водоемов: водоемы питьевого и культурно-бытового водопользования и водоемы, используемые в рыбохозяйственных целях.

Водоемы питьевого и культурно-бытового водопользования делятся на два вида: первый — участки водоемов, используемые в качестве источника для централизованного и нецентрализованного питьевого водоснабжения, а также водоснабжения предприятий пищевой промышленности; второй — участки водоемов, используемые для купания, спорта и отдыха населения, а также водоемы, находящиеся в пределах населенных пунктов. К какому виду водопользования относится данный участок водоема, определяют органы Государственного санитарного надзора.

Водоемы для рыбохозяйственных целей также подразделяются на два вида: первый — водоемы, используемые для воспроизводства и сохранения ценных пород рыб; второй — водоемы, используемые для других рыбохозяйственных целей. Вид рыбохозяйственного использования водоема определяется органами рыбоохраны.

### **Расчет необходимой степени очистки сточных вод по взвешенным веществам**

Предельно допустимое содержание взвешенных веществ  $m$ ,  $\text{г}/\text{м}^3$ , в спускаемых в водоем сточных водах определяют по формуле:

$$m = P(aQ/q+l)+b, \quad (10)$$

где  $P$  — допустимое санитарными нормами увеличение содержания взвешенных веществ в водоеме после спуска сточных вод,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $b$  — содержание взвешенных веществ в водоеме до спуска в него сточных вод,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $Q$  — наименьший среднемесячный расход воды в водоеме 95 %-ной обеспеченности,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Степень необходимой очистки по взвешенным веществам может быть определена в %:

$$\mathcal{E} = (C-m) 100/C, \quad (11)$$

где  $C$  — содержание взвешенных веществ до очистки,  $\text{мг}/\text{л}$ .

### **Расчет необходимой степени очистки сточных вод по растворенному в воде водоема кислороду**

В соответствии с правилами спуска сточных вод в воде водоема после смешения ее со сточной водой содержание растворенного кислорода должно быть не ниже 4  $\text{мг}/\text{л}$ , а для рыбохозяйственных водоемов первого вида — 6  $\text{мг}/\text{л}$ . Исходя из этого, можно определить допустимую для данного водоема максимальную БПК спускаемых сточных вод.

Допустимая БПК<sub>полн</sub> сточных вод, сбрасываемых в водоем, исходя из условий минимального содержания растворенного кислорода, выражается уравнением:

$$L_{\text{ст}} = \alpha Q / 0,4q(O_{\text{р}} - 0,4L_{\text{р}} - O) / 0,4, \quad (12)$$

где  $L_{\text{ст}}$ ,  $L_{\text{р}}$  — полное биохимическое потребление кислорода, соответственно, сточными водами и речной водой,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $Q$  — расход воды в реке,  $\text{м}^3/\text{сут}$ ;  $O_{\text{р}}$  — содержание растворенного кислорода в речной воде до места спуска сточных вод,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $O$  — минимальное содержание кислорода в воде, принимаемое равным 4 или 6  $\text{г}/\text{м}^3$ ; 0,4 — коэффициент для перерасчета БПК<sub>полн</sub> в двухсуточное.

Расчет по другому методу учитывает среднюю скорость движения воды в водоеме, температуру воды, константы скорости потребления кислорода и скорости поверхностной реаэрации. Этот расчет более полный и точный, но требует проведения натурных изысканий на участке реки, для которого выполняется расчет.

Расчет необходимой степени очистки сточных вод по БПК<sub>полн</sub> учитывает самоочищение сточных вод в водоеме за счет биохимических процессов, а также разбавление сточных вод водами водоема. Допустимую БПК<sub>полн</sub> сточной жидкости при выпуске ее в водоем определяют по формуле:

$$L_{\text{пд}} = \alpha Q (L_{\text{ст}} - L_{\text{р}} \cdot 10 - k_{\text{р}} t) / q \cdot 10 - k_{\text{ст}} t + L_{\text{р}} / 10 - k_{\text{ст}} t, \quad (13)$$

где  $k_{\text{ст}}$ ,  $k_{\text{р}}$  — константы скорости потребления кислорода сточной и речной водой;  $L_{\text{п.д.}}$  — предельно допустимая БПК<sub>полн</sub> смеси речной и сточной воды в расчетном створе; для водоемов питьевого и культурного пользования 1 и 2 категории эта величина принимается, соответственно, равной 3 и 6  $\text{мг}/\text{л}$ ;  $L_{\text{р}}$  — БПК<sub>полн</sub> речной воды до места выпуска сточных вод;  $t$  — продолжительность перемещения воды от места выпуска сточных вод до расчетного створа, равная отношению расстояния по фарватеру от места выпуска вод до расчетного створа к средней скорости течения воды в реке на данном участке  $v_{\text{ср}}$ , сут.

Необходимую степень очистки  $\mathcal{E}$  определяют в %:

$$\mathcal{E} = (L_{\text{а}} - L_{\text{ст}}) 100 / L_{\text{а}}, \quad (14)$$

где  $L_{\text{а}}$  — БПК<sub>полн</sub> сточных вод, поступающих на очистку.

### **Расчет допускаемой температуры сточных вод перед сбросом в водоем**

Расчет повышения температуры воды в источнике в месте сброса сточных вод производят, исходя из условий, что температура воды летом (максимальная температура) не должна повышаться в месте выпуска сточных вод более чем на 3°. Температура сбрасываемых вод Тст должна удовлетворять условию:

$$T_{ст} < nT_{доп} + T_{макс}, \quad (15)$$

где Тдоп — допускаемое по санитарным нормативам повышение температуры воды водоема до места выпуска сточных вод.

Полученную по расчетам Тст сопоставляют с температурой исходных стоков Тисх и при необходимости намечают мероприятия по их охлаждению.

### **Определение необходимой степени очистки воды по измерению р**

При сбросе в водоемы сточных вод, содержащих растворенные кислоты или щелочи, наблюдается изменение щелочности и активной реакции воды водоема. Кислоты, взаимодействуя с бикарбонатами кальция, снижают щелочность воды и повышают содержание свободной углекислоты. При поступлении в водоем щелочных стоков последние нейтрализуются свободной углекислотой и бикарбонатами.

Связь между концентрацией водородных ионов рН, бикарбонатной угольной кислоты  $HC0_3^-$  — и свободной угольной кислоты  $C0_2$  выражается в виде следующих зависимостей: при сбросе кислых стоков:

$$pH_f = pK_1 + \lg \{ (PrA [HC0_3^-] - PfB) / PrA (C0_2/44) \} + \\ + PfB > 6,5, \quad (16)$$

где pH<sub>f</sub> — активная реакция воды в расчетном створе при фактическом режиме; pK<sub>1</sub> — отрицательный логарифм первой константы диссоциации угольной кислоты; Pr, Pf — расчетная и фактическая кратность разбавления; A = 1 + 10pH<sub>f</sub>-pK<sub>1</sub>; B =  $[HC0_3^-] - (C0_2/44) \cdot 10pH_f - pK_1$ ;  $[HC0_3^-]$  — концентрация бикарбонатов, мг-экв/л; C<sub>02</sub> — концентрация свободной угольной кислоты, мг/л, при сбросе щелочных сточных вод:

$$pH_f = pK_1 + \lg \{ (PrA [HC0_3^-] - 0,273PfB) / PrA (C0_2/44) - PfB \} < 8,5, \quad (17)$$

где A = 0,273-10pH<sub>f</sub>-pK<sub>1</sub> (параметр B определяется так же, как и при сбросе кислых сточных вод).

Таким образом, при сбросе щелочных и кислых стоков необходимо, чтобы рН природной воды не выходила за пределы 6,5-8,5 (для водоемов питьевого и культурно-бытового водопользования).

Для определения максимального содержания кислоты Ск или щелочи Сщ, допустимого при спуске вод в водоем, необходимы данные о рН и щелочности природной воды. Для обеспечения точности вычисления содержаний Ск и Сщ разработан графический метод расчета по номограммам, где сплошные кривые используются при нахождении Ск, а штриховые — при определении Сщ. Количество кислот и щелочей, нейтрализуемых 1 л воды водоема, рассчитывается в 1 мл 1 н раствора.

Допустимое количество кислоты или щелочи в сточных водах в мг-экв/л из условия разбавления их водой источника в *n* раз определяется по формулам:

$$C_{доп.к} = (n-1)C_k; \quad (18) \quad C_{доп.щ} = (n-1)C_{щ}. \quad (19)$$

### **Расчет необходимой степени очистки сточных вод по содержанию вредных веществ**

Вредные и ядовитые вещества, входящие в показатели качества сточной воды, весьма разнообразны по своему составу. Они нормируются по принципу лимитирующего показателя вредности (ЛПВ), под которым понимается наиболее вероятное неблагоприятное воздействие каждого вещества. По ЛПВ все вещества в водоемах питьевого и культурно-бытового пользования подразделяются на три группы, содержащие санитарно-

токсикологический ЛПВ, обще санитарный ЛПВ и органолептический ЛПВ.

Санитарное состояние водоема при сбросе в него со сточными водами вредных и ядовитых веществ считается удовлетворительным, если соблюдаются два основных условия: предельно допустимая концентрация каждого вещества, входящего в определенный лимитирующий показатель вредности, уменьшена во столько раз, сколько единиц вредных веществ присутствует в сточных водах и водоеме; сумма концентраций всех веществ, выраженных в процентах от соответствующих предельно допустимых концентраций для каждого вещества в отдельности, не превышает 100 %:

$$\sum(C_{ist}/C_{i доп}) \leq 1, \quad (20)$$

где  $C_{ist}$  — расчетная концентрация  $i$ -го вредного вещества в расчетном створе;  $C_{i доп}$  — предельно допускаемая концентрация соответствующего вещества;  $i$  — число вредных веществ с одинаковым ЛПВ.

Каждое вещество (в условиях одновременного присутствия с другими вредными веществами из одной группы ЛГТВ) в расчетном створе водопользования должно иметь концентрацию

$$C_{st} \leq C_{i доп} [1 - \sum(C_{st}/C_{i доп})], \quad (21)$$

где  $C_{i доп}$  — предельно допускаемая концентрация расчетного вещества.

Концентрация каждого из растворенных вредных веществ  $C_0$  в очищенных сточных водах может быть определена из выражения:

$$C_0 \leq (C_{st} - C_{iв}) + C_{iв}, \quad (22)$$

где  $C_{ist}$  — максимальная допускаемая концентрация расчетного вещества, вычисляемая по предыдущей формуле с учетом максимальной концентрации и ПДК всех компонентов, относящихся к одной группе ЛПВ;  $C_{iв}$  — концентрация определенного вещества в воде водоема до сброса стоков.

При очистке сточных вод различные вредные вещества определенной группы ЛПВ очищаются неодинаково. Для расчета степени очистки по вредным веществам в первую очередь должна определяться степень очистки того вещества, которое наиболее трудно извлекается.

### **2.13.3 Результаты и выводы:**

По выполненным расчетам сделайте выводы

## **2.14 Практическое занятие №14 ( 2 часа).**

**Тема: Оценка устойчивости к загрязнению поверхностных вод**

### **2.14.1. Задание для работы:**

1. Определить устойчивость к техногенному загрязнению реки Урал.
2. Определить устойчивость к техногенному загрязнению реки Сакмара.
3. Определить устойчивость к техногенному загрязнению какого-либо озера и пруда.

### **2.14.2. Краткое описание проводимого занятия:**

Среди многочисленных вредных веществ антропогенного происхождения, попадающих в окружающую среду (воздух, вода, почва, растительность и др.), нефтепродуктам принадлежит одно из первых мест. Работа автотранспорта и предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, газообразные выбросы и сточные воды промышленных предприятий, многочисленные разливы нефти и НП в результате аварий трубопроводов и нефтеналивных судов (танкеров), аварий и пожаров на нефтехранилищах и нефтеперегонных заводах приводят к загрязнению воздуха, воды и почвы значительными количествами сырой нефти и продуктов её переработки и создают

серьёзную угрозу экологии регионов России.

Попадание нефти и её компонентов в окружающую среду (воздух, вода и почва) вызывает изменение физических, химических и биологических свойств и характеристик природной среды обитания, нарушает ход естественных биохимических процессов. В ходе трансформации углеводородов нефти могут образоваться стойкие к микробиологическому расщеплению ещё более токсичные соединения, обладающие канцерогенными и мутагенными свойствами.

Несмотря на многолетний опыт, в настоящее время по целому ряду причин остаются нерешенными проблемы по оценке токсичности химических продуктов для человека, и в большей степени – по отношению к окружающей среде. Используемые в настоящее время подходы и методы испытаний в условиях окружающей среды требуют дальнейшего усовершенствования, поскольку они выработаны в основном на имитационных моделях. Это особенно важно для оценки воздействий на биологические объекты, поскольку использование данных, полученных в лаборатории и лишь для аналогичных по структуре веществ, всегда недостаточно надёжно для оценки поведения химических продуктов в естественных условиях.

Попадая в окружающую среду, химические вещества (в том числе и нефтепродукты) претерпевают целый ряд сложных трансформаций, многие из которых почти не изучены.

Любой из классов нефтепродуктов может стать вредной примесью, загрязняющей воду. В небольших концентрациях нефтяные загрязнения могут влиять на вкус и запах воды, а при больших содержаниях они образуют гигантские нефтяные пятна и становятся причиной экологических катастроф. Последние происходят при разливах нефти (например, при авариях танкеров в море или разрывах нефтяных трубопроводов) или при попадании больших количеств стоков нефтеперерабатывающих или нефтехимических заводов в поверхностные и грунтовые воды.

Стоки попадающие в поверхностные воды, содержат бензин, керосин, топливные и смазочные масла, бензол, толуол, ксиолы, жирные кислоты, фенолы, глицериды, стероиды, пестициды и металлоорганические соединения. Перечисленные соединения составляют около 90% и выше от суммарного количества всех органических примесей. В числе других веществ, загрязняющих окружающую среду, можно назвать нитросоединения, асфальты, воски, твёрдые парафины, карбонильные и сернистые соединения, хлорированные углеводороды и бифенилы, а также соли органических кислот.

Легкие НП (например, бензин) частично растворяются в воде, но в основном образуют с водой эмульсии, тяжелые НП (минеральные масла и смазки) попадают на дно водоёмов и накапливаются в донных осадках.

Бензин представляет собой смесь насыщенных углеводородов (нормальные, изо- и циклопарафины), олефинов, нафтенов и ароматических соединений с 5-12 атомами углерода в молекуле с различным соотношением компонентов. Температуры кипения этих летучих органических соединений (ЛОС) лежат в интервале 40-200°C.

Бензин находят в химических стоках не очень часто вследствие его ценности как топлива и высокой летучести. Другими словами, его выбрасывают лишь в случае крайней необходимости и он быстро улетучивается. Иногда бензин попадает в сточные воды при чистке реакторов и других ёмкостей, используемых в

промышленности; обычно при этом он смешан с низкосортным керосином. Он может оказаться в канализации также при аварийных сбросах.

Керосин является смесью насыщенных углеводородов  $C_{12}$  - $C_{20}$ , кипящих в интервале 175-325°C. К минеральным маслам относятся как горючие, так и смазочные масла. Они представляют собой остатки от переработки нефти и состоят из большого числа компонентов с 18-20 и более атомами углерода в молекуле, кипящих от 350°C и выше. Смесь содержит примерно 20-25% нормальных и разветвлённых парафинов, 40-50% алкилнафтенов, 20% алкилированных ароматических углеводородов и 10% асфальтенов. Соотношение компонентов зависит от типа масла.

Минеральные масла попадают в сточные воды многочисленными путями. В последние годы смазки и масла получили печальную известность из-за того вреда, который они причиняют окружающей среде при больших утечках. Ещё одна проблема связана с тем, что эти вещества легко загрязняют канализационные трубопроводы и решетки.

Помимо разливов нефти в результате различных аварий основное загрязнение воды нефтепродуктами создаётся за счёт сточных вод нефтеперерабатывающих заводов и нефтехимических предприятий (например, главным компонентом стока нефтеперегонного завода являются органические вещества, т.е. относящиеся к НП углеводороды различных классов).

Имеются довольно точные данные о видах и источниках образования химических отходов и отходов нефтеперерабатывающих заводов, не подлежащих дальнейшей переработке. Такие отходы отвозятся на свалки или попадают в сточные воды предприятий.

Источниками опасных отходов являются многие отрасли промышленности, в том числе – добыча нефти и газа. Но главную опасность представляют собой химическая и нефтехимическая промышленность (до 62%). Токсичные химические вещества становятся опасными, если они из сточных вод или опасных отходов на химических свалках просачиваются в грунтовые воды и попадают в источники питьевой воды. Токсичные вещества из близко расположенных мест их сбора могут проникать в индивидуальные колодцы, используемые для получения питьевой воды в небольших городах, посёлках и деревнях.

Попадающие в природные воды из различных источников, нефтяные загрязнения имеют тенденцию к рассеиванию и миграции. При этом в поверхностных водах состав НП под влиянием испарения и интенсивного протекания химического и биологического разложения претерпевает за короткий срок быстрые изменения, а в подземных водах, наоборот, процессы разрушения НП заторможены.

Естественная устойчивость к загрязнению поверхностных вод зависит от природной специфики водного объекта: водности, скорости течения рек, прочности озер и водохранилищ, минерализации вод и т.д. Используя качественные характеристики водных объектов, оцененные в баллах с учетом коэффициента значимости (Кз), всю гидросеть республики по устойчивости объектов поверхностных вод к техногенному загрязнению можно подразделить на три категории.

Критерии оценки устойчивости поверхностных вод к техногенному загрязнению

Критерий	Водные объекты	Характеристика		Оценочный балл	Коэф-т значимости(Кз)	Балл с учетом Кз
		качественная	количествен.			
Порядок водного объекта	Реки (длина, км)*	Самые малые	до 25	0,5	2	1,0
		Малые	25-100	1.5		3.0
		Средние	100-500	2.5		5.0
		Большие	более 500	3.5		7.0
	Озера, водохранилища (млн.м <sup>3</sup> )	Очень малые	1-10	0,5		1,0
		Малые	10-50	1.5		3.0
		Небольшие	50-100	2.5		5.0
		Большие	более 100	3.5		7.0
Миграционные возможности водного объекта	Озера, водохранилища(проточность)	Бессточные		0,28	1	0,28
		Сточные		0,85		0,85
		Проточные		1,42		1,42
	Реки (м/с)	До 0,2		2,0		2,0
		0,2-0,4		2,57		2,57
		0,4-0,6		3,13		3,13
		более 0,6		3,71		3,71

\* Длина реки принимается от истоков до выхода из района исследований

Оценка устойчивости объектов поверхностных вод к техногенному загрязнению



Ограниченнaя водность самых малых рек, замедленный водообмен и малaя минерализация (100-200 мг/л) делают их весьма неустойчивыми к химическому и бактериологическому загрязнению. Сюда относятся воды всех озер и водохранилищ с минерализацией до 400 мг/л и объемом воды менее 50 млн. м<sup>3</sup> независимо от их проточности. Все остальные водоемы и реки, в т.ч. большие со скоростью течения до 0,4 м/с, малой и средней минерализацией, характеризуются как неустойчивые. И лишь большие и быстрые реки обладают относительной устойчивостью к техногенному загрязнению.

Исходя из этого, воды малых рек и небольших водоемов не обладают достаточной устойчивостью к постоянному техногенному прессингу и нуждаются в обязательном выполнении защитных мер, рекомендованных для водоохраных зон малых рек. Ширина водоохранной зоны должна устанавливаться дифференцированно в зависимости от расположения области питания подземных вод, наличия притоков и мелких элементов речной сети, ценных природных объектов, промышленных и транспортных объектов, сложившейся на данном отрезке рекреационной нагрузки. Любое загрязнение в пределах внутренней водоохранной территории (прилегающей к руслу реки) проникает в поверхностный водоток и грунтовый водоносный горизонт, а такие участки характеризуются неудовлетворительной защищенностью подземных вод от проникновения поверхностных загрязнений.

#### **2.14.3 Результаты и выводы:**

Оценив устойчивость объектов поверхностных вод к техногенному загрязнению сделайте выводы.

### **2.15 Практическое занятие №15 ( 4 часа).**

**Тема: Оценка ущерба, наносимого обществу антропогенным загрязнением окружающей среды**

#### **2.15.1. Задание для работы:**

1 . Определите экономический ущерб от загрязнения водотока и расстояние от выпуска сточных вод вниз по течению, на котором состояние водотока будет удовлетворительным для рыбохозяйственных целей.

Характеристика сточных вод приведена в табл. 8. Характеристика водотока и условия сброса сточных вод представлены в табл. 9. Выпуск сточных вод сосредоточенный.

2. Рассчитайте экономический ущерб от загрязнения озера стоками, характеристика которых указана в табл. 8, и разбавление на расстоянии до расчетного створа при условиях, указанных в табл. 10.

#### **2.15.2. Краткое описание проводимого занятия:**

##### **Расчет экономического ущерба от загрязнения атмосферы**

Атмосферный воздух представляет собой механическую смесь азота (78,8%), кислорода (20,95%), углекислого газа (0,03%), аргона (0,93%) и других газов (неона, гелия, водорода, озона, метана и пр.). Именно такой газовый состав атмосферы является наиболее благоприятным для человека. Изменение физических и химических свойств атмосферы может отрицательно сказываться на здоровье людей, их работоспособности и продолжительности жизни. Привнесение в воздушную среду каких-либо новых веществ называется загрязнением.

Проблема загрязнения атмосферы особенно обострилась во второй половине XX в. и в начале текущего столетия в результате чрезвычайно высоких темпов роста промышленного производства, потребления электроэнергии, транспортных средств. Производственное загрязнение образуется в результате деятельности промышленных, сельскохозяйственных,

строительных предприятий и при работе различных видов транспорта, особенно автомобильного.

Загрязнение атмосферы оказывает многообразное вредное влияние на организм человека, животных, растения и микроорганизмы, вызывает глобальные изменения в биосфере, наносит значительный экономический ущерб обществу. Высокие концентрации в воздухе окислов азота, серы и углерода ускоряют процессы разрушения строительных материалов и конструкций, крыш и фасадов зданий, усиливают коррозию металлов. Определенный ущерб наносится жилищно-коммунальному хозяйству городов, объектам социальной-культурной сферы, памятникам архитектуры и искусства и др. Загрязнение атмосферы наносит огромный экономический ущерб сельскому и лесному хозяйству.

Оценка годового ущерба от загрязнения атмосферы ( $Y_a$ ) определяется по формуле

$$Y_a = \gamma \cdot f \cdot \sigma \cdot \mu \quad (3)$$

где  $\gamma$  — величина удельного ущерба от одной условной тонны выбросов, р./ усл.т (устанавливается Министерством финансов совместно с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды);  $f$  - коэффициент, учитывающий характер и условия рассеивания выброшенных источником примесей;  $\sigma$  — коэффициент, учитывающий относительную опасность загрязнения атмосферного воздуха на территориях с различной плотностью и чувствительностью реципиентов;  $\mu$  - суммарная масса выбросов загрязняющих веществ в пределах данной территории, приведенной к единице токсичности, усл. т/год.

Значение коэффициента  $f$ , учитывающего характер и условия рассеивания примесей, определяется следующим образом.

1. Для газообразных примесей и легких мелкодисперсных частиц с очень малой скоростью оседания (< 1 см/с) или при значении коэффициента очистки > 90%:

$$f = f_1 = \frac{100}{100 + \varphi \cdot H} \cdot \frac{4}{1 + U}$$

где  $H$  - геометрическая высота устья источника по отношению к среднему уровню зоны активного загрязнения, м;  $\varphi$  — поправка на тепловой подъем факела выбросов в атмосфере.

Рассчитывается по формуле  $\varphi = 1 + \Delta t / 75$ , где  $\Delta t$  - среднегодовое значение разности температур в устье источника и в окружающей среде на уровне устья;  $U$  — среднегодовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера, м/с. Если его значение неизвестно, то при расчетах принимается равным 3 м/с.

2. Для частиц, оседающих со скоростью от 1 до 20 см/с или при значении коэффициента очистки более 70 и менее 90%  $f$  рассчитывается по формуле

$$f = f_2 = \left( \frac{100}{60 + \varphi \cdot H} \right)^{0.5} \cdot \frac{4}{1 + U}$$

3. Для частиц, оседающих со скоростью выше 20 см/с или при значении коэффициента очистки менее 70%

$$f = f_3 = 10$$

Если значения коэффициента  $f$  для различных примесей, вырабатываемых одним источником, оказались различными, то общая оценка ущерба определяется суммой оценок по каждому из типов примеси.

Коэффициент, учитывающий относительную опасность загрязнения атмосферного воздуха на территориях с различной плотностью и чувствительностью реципиентов (далее коэффициент относительной опасности загрязнения воздуха), для зоны активного загрязнения  $\beta_{\alpha\beta}$  рассчитывается по формуле

где  $K$  - общее число типов территорий, попавших в зону активного загрязнения;  $S_i$  - площадь территории  $i$ -го типа (она обычно известна);  $\beta_i$  - площадь зоны активного загрязнения, которая зависит от особенностей источника, температуры воздуха, скорости ветра, степени очистки и высоты выброса  $H$  (геометрическая высота устья источника по отношению к среднему уровню зоны активного загрязнения), зависящая от размеров трубы

и подъема факела под влиянием разности температур в устье источника и в окружающей атмосфере на уровне устья, что учитывается поправкой  $\varphi$ ;  $\sigma_i$  - показатель относительной опасности загрязнения воздуха (табл. 1).

Таблица 1  
Значение показателя относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха на территории различных типов

№ п/п	Тип загрязненной территории	$\sigma_i$ возд
1	Территории курортов, санаториев, заповедников, заказников	10
2	Территории природных зон отдыха, садовых и дачных участков	8
3	Центральная часть города с населением свыше 300 тыс. чел.	8
4	Территории промышленных предприятий и промузлов	4
5	Леса I группы	0,2
6	Леса II группы	0,1
7	Пашни обычные, южные зоны (южнее 50 с.ш.)	0,25
8	Пашни орошаемые, южные зоны (южнее 50 с.ш.)	0,5
9	Пашни обычные, прочие районы	0,1
10	Пашни орошаемые, прочие районы	0,2
11	Сады, виноградники обычные	0,5
12	Сады, виноградники орошаемые	1,0
13	Пастбища, сенокосы обычные	0,05
14	Пастбища, сенокосы орошаемые	0,1

Зона активного загрязнения для каждого источника, ущерб, от выбросов которого подлежит оценке, определяется следующим образом.

1. Для организованных источников высотой  $H < 10$  м зона активного загрязнения представляет собой круг с центром в точке расположения источника радиусом  $50 H$ , а при  $H > 10$  м — кольцо между окружностями с внутренним и внешним радиусами (соответственно  $r_{внутр}$  и  $r_{внеш}$ ), которые рассчитываются по формулам

2. Для автомагистралей всех типов зона активного загрязнения - это полоса шириной 200 м, центральная ось которой совпадает с осью автомагистрали.
3. Для низких неорганизованных источников (складов, карьеров, свалок) зоной активного загрязнения является территория внутри замкнутой кривой, проведенной вокруг источника так, что расстояние от любой точки кривой до ближайшей границы влияния неорганизованного источника равно 1 км.
4. Для высоких неорганизованных источников высотой  $H$  зона активного загрязнения равна  $20 H$ .

Общая площадь зоны активного загрязнения обычно неоднородна и состоит из территорий, занятых различными реципиентами, поэтому она определяется по формуле

где  $S_1$  - площадь зоны активного загрязнения 1-го типа территории.

Суммарная масса выбросов загрязняющих веществ в пределах данной территории в течение года, приведенная к единой токсичности ( $\mu$ ), определяется по формуле

где  $N$  - общее число примесей, содержащихся в выбросах источника;  $A_i$  - показатель относительной агрессивности  $i$ -го вещества, характеризующий количество оксида

углерода, эквивалентное по воздействию на окружающую среду одной тонне этого вещества, усл. т/т;  $m_i$  - масса годового выброса примеси  $i$ -го вида в атмосферу, т/год.

Показатель относительной агрессивности 1-го вещества определяется по формуле

$$A_i = \alpha_i \cdot \alpha_{i1} \cdot \delta_i \cdot \lambda_i \cdot \beta_i,$$

где  $\alpha_i$  - поправка, характеризующая относительную опасность присутствия  $i$ -го вещества примеси в воздухе, вдыхаемом человеком;  $\alpha_{i1}$  - поправка, учитывающая вероятность накопления  $i$ -го вещества в окружающей среде и в цепях питания, а также поступления этого вещества в организм неингаляционным путем;  $\delta_i$  - поправка, учитывающая вредное действие  $i$ -го вещества на основных реципиентов, кроме человека;  $\lambda_i$  - поправка на вероятность вторичного попадания  $i$ -го вещества в атмосферу после его оседания на поверхности (для пылей);  $\beta_i$  - поправка на вероятность образования из исходных примесей, выброшенных в атмосферу, других (вторичных) загрязнителей, более опасных, чем исходные (для легких углеводородов).

Поправка  $\alpha_i$  характеризующая относительную опасность присутствия  $i$ -го вещества (примеси) в воздухе, вдыхаемом человеком, показывает уровень опасности этого вещества для человека по отношению к уровню опасности оксида углерода, то есть

где  $ПДК_{ccCO}$  - среднесуточная предельно допустимая концентрация оксида углерода, равная 3 мг/м<sup>3</sup>;  $-$  то же для  $i$ -го вещества (см. табл. 2);  $-$  предельно допустимая концентрация (усредненная за рабочую смену) оксида углерода в воздухе рабочей зоны;  $-$  то же для  $i$ -го вещества (см. табл. 2).

Значение поправки  $\alpha_i$  - принимается равным:

5 — для следующих токсичных материалов (веществ) и их оксидов: ванадия, марганца, кобальта, никеля, хрома, цинка, мышьяка, серебра, кадмия, сурьмы, олова, платины, ртути, свинца, урана;

2 — для прочих металлов и их оксидов (натрия, магния, калия, кальция, железа, стронция, молибдена, бария, вольфрама, висмута, кремния, бериллия), а также других компонентов твердых аэрозолей, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), в том числе 3,4- бенз(а)пирена;

1 — для всех прочих выбрасываемых в атмосферу загрязнителей (газов, паров кислот, щелочей и др.).

Значение поправки  $\alpha_{i1}$  - принимается равным:

2 — для выбрасываемых и испаряющихся в атмосферу легко диссоциирующих кислот и щелочей (фтористого водорода, соляной и серной кислот и др.);

1,5 — для сернистого газа, оксидов азота, сероводорода, сероуглерода, озона, хорошо растворимых неорганических соединений фтора;

1,2 - для органических пылей, содержащих полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и другие опасные соединения токсичных металлов и их оксидов, реактивной органики (альдегидов и т.п.), аммиака, неорганических соединений кремния, плохо растворимых соединений фтора, оксида углерода, легких углеводородов;

1 — для прочих соединений и примесей (органических пылей, содержащих полициклические ароматические углеводороды, нетоксичных металлов и их оксидов, в том числе натрия, магния, калия, кальция, железа, стронция, молибдена, бария, вольфрама, висмута и др.).

Поправка  $\lambda_i$  принимается равной:

1,2 — для твердых аэрозолей (пылей), выбрасываемых на территориях со среднегодовым количеством осадков менее 400 мм в год;

1 — во всех остальных случаях.

Поправка на образование вторичных загрязнителей  $\beta_i$  принимается равной:

5 — для нетоксичных летучих углеводородов (низкомолекулярных парафинов и др.) при поступлении их в атмосферу южнее 40 градусов северной широты;

2 - для тех же веществ при поступлении их в атмосферу севернее 40 градусов северной широты;

1 — для прочих веществ.

В табл. 2 и 3 приведены значения показателя относительной агрессивности некоторых веществ ( $A_i$ ) и его составляющих ( $a_i, \alpha_i, \delta_i, \lambda_i, \beta_i$ ), характерных для РФ.

Таблица 2

Значения предельно допустимых среднесуточных концентраций (ПДК<sub>с.с</sub>) и предельно допустимых концентраций в воздухе рабочей зоны (ПДК<sub>р.з</sub>) для некоторых загрязняющих веществ, а также значения показателя относительной агрессивности этих веществ ( $A_i$ ) и его составляющих ( $a_i, \alpha_i, \delta_i, \lambda_i, \beta_i$ ), характерных для РФ

№ п/п	Вещество	ПДК <sub>с.с</sub> мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>р.з</sub> мг/м <sup>3</sup>	a	$\lambda$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$A_i$ усл, т/т
1	2	3	4	5	6	1	8	9	10
1	Оксид углерода	3	20	1	.1	\	1	1	1
2	Аммиак	0,2	20	3,87	1	1	1	1,2	4,64
3	Асбест	0,15	2	14,1	1	2	1	1,2	33,8
4	Ацетальдегид	0,01	5	34,6	1	1	1	1,2	41,6
5	Ацетон	0,35	200	0,93	1	1	2	1,2	2,22
6	Диоксид кремния	0,05	1	34,6	1	2	1	1,2	83,2
7	Диоксид азота	0,085	5	11,9	1	1	1	1,5	17,9
8	Диоксид серы	0,05	10	11,0	1	1	1	1,5	16,5
9	Древесная пыль, цемент	0,15	6	8,16	1	2	1	1,2	19,6
10	Кобальт металлический, его оксиды	0,001	0,01	346	1	5	1	1	1730
11	Летучие низкомолекулярные углеводороды (пары бензинов и жидкых топлив) по углероду	1,5	100	0,63	1	1	2/5	1	1,26/ 3,16
12	Марганец и его оксиды	0,01	0,3	141	1	5	1	1	7,5
13	Метилмеркаптан	9-10 <sup>6</sup>	0,8	2890	1	1	1	1	2890
14	Неорганические соединения ртути	0,0003	0,01	4472	1	5	1	1	22400
15	Неорганические соединения свинца	0,0003	0,01	4472	1	5	1	1	22400
16	Неорганические соединения 6-валентного хрома CrO <sub>3</sub>	0,0015	0,01	2000	1	5	1	1	10 <sup>4</sup>

Окончание табл. 2

17	Никель и его оксиды	0,007	0,5	1095	1	5	1	1	5475
18	Оксиды азота (по массе)	0,04	2	27,4	1	1	1	1,5	41,1
19	Оксиды алюминия	0,15	2	14,1	1	2	1	1,2	16,4

20	Оксиды мышьяка	0,003	0,2		1	5	1	1	1581
21	Оксид цинка	0,05	0,5	49	1	5	1	1	245
22	Оксиды натрия, магния, калия, железа, стронция, молибдена, вольфрама	0,15	10	6,3	1	2	1	1,2	13,9
23	Пары плавиковой кислоты и другие газообразные соединения Р	0,005	0,05	490	1	1	1	2	980
24	Пыль пятиокиси ванадия	0,2	0,5	245	1	5	1	1	1225
25	Сажа (пыль углерода) без примесей	0,05	4	17,3	1	2	1	1,2	41,5
26	Серная кислота	0,1	1	24,5	1	1	1	2	49
27	Сернистый газ	0,05	10	11	1	1	1	1,5	16,5
28	Сероводород	0,0008	10	27,4	1	1	1	1,5	41,1
29	Фенол	0,01	5	141	1	1	1	1,2	170
30	Хлор	0,03	1	44,7	1	1	1	2	89,4
31	Цианистый водород	0,01	0,3	141	1	2	1	2	282
32	3,4-бен(а)пирен	$10^6$	$1,5 \cdot 10^4$	$6,3 \cdot 10^5$	1	1	1	1	$12,6 \cdot 10^5$

Таблица 3

Значения величин показателя относительной агрессивности  $A_i$  для некоторых распространенных видов пылей сложного состава

№ п/п	Вид пыли	$A_i$ усл. т/т
1	Пыль гипса, известняка	25
2	Пыль талька	35
3	Каменноугольная пыль	40
4	Пыль цементных производств, в среднем	45
5	Золы торфов, в среднем	60
6	Золы углей: березовских, назаровских, ангрейских донецких, подмосковных кузнецких, экибастузских, карагандинских	60 70 80
7	Пыль слюды	70
8	Коксовая и агломерационная пыль, в среднем	100
9	Твердые частицы, выбрасываемые дизелями, топками и иными установками, сжигающими мазут	200
10	Твердые частицы, выбрасываемые двигателями внутреннего сгорания, работающими на неэтилированном бензине	300
11	То же на этилированном бензине	500
12	Пыль никелевого агломерата	600

### Расчет экономического ущерба от загрязнения водоемов

Экономический ущерб, причиняемый народному хозяйству сбросом сточных вод в водоемы, рассчитывается по формуле

$$Y = Y_{y\partial} \cdot \sigma_k \cdot M,$$

где  $Y_{y\partial}$  – удельный ущерб народному хозяйству, обусловленный сбросом в водоем одной условной тонны загрязняющих веществ, р./ усл. т, величина которого устанавливается на данный момент времени Министерством финансов совместно с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды (например, 800 р./ усл. т);  $\sigma_k$  – показатель относительной опасности загрязнения различных водоемов или водохозяйственных участков. Одно и то же количество вредного вещества может приводить к разной величине экономического ущерба на территории различных водохозяйственных участков. Это обуславливается как составом реципиентов, подвергавшихся воздействию, так и особенностями распространения загрязнения по территории водохозяйственного участка. Эти экологические особенности каждого водохозяйственного участка учитываются с помощью показателя  $\sigma_k$  (табл. 5);  $M$  – приведенная масса загрязняющих веществ в годовом объеме сточных вод, которая определяется в условных тоннах по формуле

$$M = \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_i, \text{ усл.т.}$$

Здесь  $N$  – общее число примесей, содержащихся в сточных водах;  $A_i$  – относительная агрессивность загрязняющих веществ  $i$ -го вида, значение которой определяется выражением

$$A_i = \frac{1}{ПДК_i}, \text{ усл. т/т},$$

где  $ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го вещества в воде, мг/л (табл. 6).

При сбросе в водоемы загрязняющих веществ, влияющих на содержание растворенного в воде кислорода, следует оценивать общую массу кислорода, необходимую для полного химического окисления веществ, содержащихся в сточных водах, сброшенных некоторым источником в водоем. При этом концентрация указанного вида загрязнения выражается величиной полной биохимической потребности в кислороде – БПК<sub>П</sub>.

Таблица 5

Значение показателя относительной опасности загрязнения  $\delta_k$  для различных водохозяйственных участков

Наименование бассейна рек	Административный состав водохозяйственных участков	Значение $\delta_k$
Урал, устье	Челябинская область	0,50

	Оренбургская область	0,58
	Республика Башкортостан	1,75

Таблица 6

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в водоемах санитарно-бытового (с/б) и рыбохозяйственного (р/х) назначения

Наименование загрязнителя	Лимитирующий показатель вредности	ПДК с/б, мг/л	ПДК р/х, мг/л
1	2	3	4
Бензол	Санитарно-токсический	0,5	-
ДДТ		0,1	-
Кадмий		0,001	0,005
Мышьяк		0,05	0,05
Никель		0,1	0,03
Нитриты (NO <sub>2</sub> )		3,3	-
Ртуть		0,0006	0,0001
Свинец		0,1	0,1
Формальдегид		0,05	0,01
Нитрохлор-бензол		0,05	-
Натрий		200	-
Кобальт		0,1	-
Нитраты (NO <sub>3</sub> )		45	-
Бром		0,2	-
Аммоний (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )		2,6	-
Аммиак		2,0	-
Сульфиды		-	-
Цинк		5,0	-
Железо		0,3	-
Бензин		0,1	-
Медь		1,0	-
Нефть многосернистая (прочная)		0,1/0,3	
Сероуглерод		1,0	
Стирол		0,1	
Фенол		0,001	
Хром (Cr3 <sup>+</sup> )		0,5	
Хром (Cr6 <sup>+</sup> )		0,1	0,001
Титан		0,1	
ПАВ		0,5	
Аммиак		-	0,05
Медь		-	0,001
Сероуглерод		-	1,0
Цинк		-	0,01
Алюминий		-	0,5
Фтор		-	1,5

Нефть и нефтепродукты	Рыбохозяйственный	-	0,05
Фенол		-	0,001
ПАВ		-	0,1
Железо		-	0,5
Цианиды		-	0,05

### Расчет экономического ущерба от загрязнения водоемов по удельным укрупненным показателям

Годовой экономический ущерб от сброса нескольких загрязняющих примесей ( $\mathcal{O}$ ) определяется как сумма ущербов по каждой примеси:

$$Y = \sum_{i=1}^N Y_i,$$

где  $Y_i$  – возможный экономический ущерб от  $i$ -й примеси, определяемый по формуле

$$Y_i = Y_{уд.i} \cdot M_i.$$

Здесь  $Y_{уд.i}$  – удельный ущерб от отдельных загрязняющих веществ (табл. 7);  $M_i$  – общая масса годового сброса  $i$ -й примеси, которая определяется из выражения

$$M_i = a_i \cdot Q \cdot 10^{-6},$$

где  $a_i$  – концентрация  $i$ -й примеси,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $Q$  – объем годового сброса сточных вод,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

Таблица 7

Удельный ущерб от некоторых загрязняющих веществ

Вещество	$Y_{уд.i}$ , р./т
БПК <sub>СО</sub>	820
Взвешенные вещества	205
Нефть и нефтепродукты	17 120
СПАВ	3 400

### Расчет экономического ущерба, наносимого реципиентам, в результате загрязнения почв твердыми веществами

Земля является важнейшим средством для производства различной продукции во многих отраслях народного хозяйства, и в первую очередь в сельском и лесном хозяйствах. В результате отвода земель под городскую застройку промышленные предприятия, транспортные магистрали и т.п. теряются значительные площади пахотных земель. Кроме того, в результате эксплуатации земель и производственной деятельности различных отраслей происходит их загрязнение, то есть внесение химических загрязнителей в количествах и концентрациях, превышающих способность почвенных систем к их разложению, утилизации и включению в общий круговорот веществ, что обуславливает изменение их физико-химических, агротехнических и биологических свойств, снижающих плодородие земель и ухудшающих качество производимой продукции. Загрязнение почв происходит при открытых разработках полезных ископаемых, вследствие покрытия их поверхности выбросами и отвалами пустой породы, отходами и отбросами промышленности, вследствие сельскохозяйственной деятельности и работы коммунально-бытовых предприятий.

Большую опасность для здоровья людей представляет загрязнение земель тяжелыми металлами (железом, марганцем, цинком, медью, молибденом и др.), пестицидами и радиоактивными веществами.

Таким образом, загрязнение почв наносит обществу значительный материальный и социальный ущерб.

В соответствии с укрупненной методикой расчет (оценка) экономического ущерба (У) от загрязнения и отчуждения земельных ресурсов производится по следующей формуле:

$$Y = q \cdot y \cdot M, \quad (71)$$

где  $q$  - показатель, характеризующий относительную ценность земельных ресурсов (для суглинистых почв он принимается равным 0,5; лесостепи - 0,7; черноземных почв - 1; для орошаемых сельскохозяйственных угодий - 2);  $y$  - удельный ущерб от выброса загрязнителя в почву (определяется Министерством финансов совместно с другими министерствами и ведомствами. Например, 120 р. на 1 т неорганических отходов, включая отходы заводов минеральных удобрений; 180 р. на 1 т органических отходов и отходов бытовых свалок);  $M$  - масса годового выброса загрязняющих отходов в почву, т/год.

Ущерб, нанесенный реципиентам (экологическим системам, населению, коммунальному хозяйству, промышленности, сельскому и лесному хозяйству и т.п.), должен возмещаться в полной мере.

Таблица 8

Название вещества	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Объем сточных вод, млн м <sup>3</sup> /год							
	50	25	15	50	25	15	40	10
Концентрация загрязняющий веществ в сточных водах, г/м <sup>3</sup>								
Взвешенные вещества	100	150	250	150	300	350	200	400
БПК	100	120	180	200	220	250	300	400
ПАВ	2	3	4	5	6	4	2	3
Нефть	0,5	—	0,6	—	0,3	—	0,4	—
Масло	2	—	4	—	1	—	3	—
Азот общий	15	—	25	—	10	—	30	—
Сульфаты	30	40	50	60	70	80	100	110
Хлориды	20	—	30	—	40	—	50	—
Железо	0,9	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	0,4	0,5
Медь	—	0,02	—	0,03	—	0,04	—	0,05
Цинк	—	0,06	—	0,08	—	0,10	—	0,12
Формальдегид	10	5	15	20	25	30	35	5

Таблица 9

Номер варианта	Скорость течения, м/с	Глубина в месте выпуска, м	Диаметр выпуска, м
1	0,03	20	1,0
2	0,04	25	1,2
3	0,035	15	1,1
4	0,02	10	0,8
5	0,03	0,25	1,2
6	0,04	0,15	1,3
7	0,035	0,2	1,1
8	0,03	0,2	1,2

Таблица 10

Номер варианта	Условия выпуска	Глубина выпуска, м	Расстояние до расчетного створа, м
1	Береговой и верхней части	4,0	600; 1200; 1800
2		5,0	600; 1200; 1800
3		5,5	600; 1200; 1800
4		6,0	600; 1200; 1800
5	Вдали от берега	20	600; 1200; 1800
6		24	600; 1200; 1800
7		30	600; 1200; 1800
8		34	600; 1200; 1800

### 2.15.3 Результаты и выводы:

Рассчитав экономический ущерб от загрязнения озера стоками и сделайте выводы.

## 2.16 Практическое занятие №16 ( 2 часа).

### Тема: Понятие «Устойчивого развития человечества»

**2.16.1. Задание для работы:** Создать проект по обеспечению устойчивого развития в городе Оренбург

### 2.16.2. Краткое описание проводимого занятия:

#### Суть концепции устойчивого развития

Концепция устойчивого развития вошла в природоохраный лексикон после Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992).

По первоначальному определению, устойчивое развитие формулировалось как «модель движения вперед, при котором достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения без лишения такой возможности будущих поколений. В широком смысле стратегия устойчивого развития направлена на достижение гармонии между людьми (друг с другом) и между Обществом и Природой» (Коптюг, 1992).

В рамках Глобального экологического форума в Рио-де-Жанейро (1992) были сформулированы следующие основные принципы о неразрывности эколого-экономических связей:

- экономическое развитие в отрыве от экологии ведет к превращению планеты в пустыню;
- упор на экологию без экономического развития закрепляет нищету и несправедливость.

Особо подчеркивалось, что понятие устойчивого развития общества подразумевает обеспечение возможности удовлетворения потребностей людей без угрозы возможности удовлетворить таковые для будущих поколений.

«Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» была утверждена Указом Президента от 1 апреля 1996 г. В 1997 г. на заседании правительства одобрена «Государственная стратегия устойчивого развития Российской Федерации».

В этих документах отмечается, что, следуя рекомендациям и принципам, изложенным в резолюциях Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992), и руководствуясь ими, представляется необходимым и возможным осуществить в Российской Федерации последовательный переход к устойчивому развитию, обеспечивающему сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущего поколения людей.

Решение этих задач возможно лишь в рамках такого экономического развития страны, при котором не будет происходить разрушения естественного биотического механизма регуляции окружающей природной среды, а улучшение качества жизни людей будет обеспечиваться в пределах допустимой хозяйственной емкости биосферы.

Исходя из этих принципиальных положений основными направлениями перехода России к устойчивому развитию были приняты следующие:

- создание правовой основы перехода к устойчивому развитию, включая совершенствование действующего законодательства;
- разработка системы стимулирования хозяйственной деятельности и установление пределов ответственности за ее экономические результаты, при которых биосфера воспринимается уже не только как поставщик ресурсов, а как фундамент жизни, сохранение которого должно быть непременным условием;
- оценка хозяйственной емкости локальных и региональных экосистем страны, определение допустимого антропогенного воздействия на них;
- формирование эффективной системы организации устойчивого развития и создания соответствующей системы воспитания и обучения.

Переход нашей страны к устойчивому развитию □ это весьма длительный процесс, который потребует решения огромных по масштабу эколого-экономических и социальных задач, поэтому он будет осуществляться поэтапно. Основные вехи на этом пути: решение сложнейших социальных и экономических проблем оздоровления окружающей среды, в первую очередь в зонах экологического бедствия; существенная экологизация всего процесса экономического развития; гармонизация взаимодействия с природой всего мирового сообщества и др.

Особо следует отметить, что переход к устойчивому развитию потребует безусловного искоренения стереотипов мышления, пренебрегающих возможностями биосфера и порождающих безответственное отношение к обеспечению экологической безопасности. Как считают многие ведущие ученые и специалисты, именно движение человечества к устойчивому развитию, в конечном счете, должно привести к формированию предсказанной В. И. Вернадским сферы разума (ноосфера), к достижению гармонии между Обществом и Природой.

В рамках стратегий устойчивого развития на городском уровне решаются проблемы в различных отраслях и сферах деятельности, отдельных районах.

Во всех городах мира, следующих курсу устойчивого развития, принята практика разработки стратегий (стратегических планов), в которых определяется миссия и/или видение города, общая концепция развития всех основных сфер жизнедеятельности города на средне- или долгосрочную перспективу. При этом, учитывается специфика общего состояния города.

Примеры городов, имеющих стратегии, направленные на обеспечение устойчивого развития:

1. Стратегия управления ростом «Оттава - 2020»

2. Канбера – план развития города на 30 лет состоит из трех взаимосвязанных частей – Социальный план, Территориальный план и План экономического развития
- 3.Стратегический план развития Праги до 2006 года
4. Стратегический план развития Мельбурна до 2030 года
5. Стратегия развития Софии до 2010 года.

*Примеры реализации проектов по обеспечению устойчивого развития в различных сферах в некоторых городах мира[4]*

#### *Окружающая среда*

В целях улучшения качества окружающей среды, в частности повышения качества атмосферного воздуха, в Осло (Норвегия), который был признан ООН «Устойчивым городом Европы» в 2003 году, в течение 90-х годов 20 века была реализована программа по снижению выбросов твердых частиц, двуокиси серы, свинца и оксидов азота в атмосферу. Причиной, вызвавшей необходимость уменьшения объемов выбросов, стало увеличение случаев заболевания астмой и другими легочными болезнями среди детей из-за повышенной загазованности отдельных районов Осло. Основным источником загрязнения являлось интенсивное автомобильное движение в городе. Основным решением данной проблемы стало развитие системы общественного транспорта, а именно, введение в эксплуатацию трамваев, системы подземного общественного транспорта и монорельсовых поездов, работающих на электричестве (источник – гидроэнергетика). Также для частного автотранспорта была предусмотрена обязательная установка каталитических дожигателей выхлопных газов. Для улучшения системы транспортного движения в Осло, в частности для расширения сети линий метро, администрация города получает финансирование от центрального правительства.

Германия занимает первое место в мире по использованию энергии ветра и второе (после Японии) по использованию солнечной энергии. В стране действует закон «О возобновляемой энергии»: за каждый киловатт-час, полученный с помощью солнца или ветра, правительство выплачивает производителю 48 центов, что во много раз превышает рыночную цену на энергию, производимую за счет угля, – 5 центов. В результате в настоящее время в стране 14 тыс. ветровых и свыше 80 тыс. солнечных промышленных установок и каждый год в альтернативные источники инвестируется около 6 млрд. евро. В районе деревни Геттеборн к 2008 году будет построена крупнейшая в мире солнечная электростанция мощностью 8,2 МВт стоимостью 35 млн. евро.

Правительство намерено продолжить вкладывать инвестиции в солнечные водонагревательные установки малой мощности. Немецкая семья, решившая обзавестись солнечной водонагревательной установкой, может получить по 110 евро за каждый квадратный метр установленных солнечных коллекторов. С 1999 года на реализацию этой программы из средств госбюджета ФРГ, собранных за счет экологического налога, было выделено 2,7 млрд. евро.

Развитие солнечной энергетики способствует не только защите окружающей среды, но и созданию новых рабочих мест. Только в 2004 году число занятых в отрасли возросло почти на 4 тыс. человек и достигло 16 тыс. В перспективе, по оценке немецких специалистов, строительство, ремонт и обслуживание солнечных энергетических установок может обеспечить постоянной работой в ФРГ до 100 тыс. человек.

Имидж Цюриха получил принципиально новую экологически черту благодаря идее создания биржи солнечной энергии. Начиная с мая 1997 г. все клиенты электростанции Цюриха смогли абонировать солнечную энергию вместо электрической, обеспечив, таким образом, шестикратную экономию средств и возможность внести свой вклад в поддержку экологической энергетики.

Предложение было так хорошо воспринято населением, что в течение самого короткого времени было заказано в 2 раза больше солнечной энергии, чем могли поставить первые солнечные установки. Почти 3% всех клиентов электростанции участвуют в бирже солнечной энергии. Благодаря большому спросу стало возможным в

первые 20 месяцев с начала старта этой биржи подключить 16 новых солнечных установок с годовой мощностью до 365 тыс. квт.ч.; подобное подключение к общей сети происходит непрерывно и дальше.

Цюрихская электростанция берёт на себя роль активного посредника между поставщиками и клиентами. Она закупает солнечную энергию и продаёт её клиентам без дополнительной наценки по смешанной цене всех поставок. Поставщики солнечной энергии строят свои установки и используют их в черте города на уже застроенных площадях по собственному усмотрению. За это электростанция гарантирует сбыт солнечной энергии по твёрдым ценам сроком на 20 лет.

В городе Раухалахти (Финляндия) реализован проект, целью которого было объединение способов производства тепла и электричества на основе стандартных (уголь, газ), а также нестандартных (торф, биомассы, промышленные отходы) источников. Проект был реализован в сотрудничестве с представителями целлюлозно-бумажной промышленности и другими перерабатывающими отраслями, а также местными органами власти. Установленные фильтры на выходных отверстиях предприятий способствовали сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу почти в два раза. Проект подтвердил обоснованность использования в качестве источников тепла промышленных отходов и отходов жизнедеятельности города. При незначительных инвестициях, такое предприятие оказалось рентабельным и надежным в плане бесперебойного производства энергии.

#### *Социальная сфера*

В Великобритании были успешно внедрены пилотные проекты по созданию детских центров. Такие центры предлагают свои услуги по дневному присмотру за детьми; располагают яслими; проводят обучающие занятия с родителями, активно участвуют в школьной жизни детей и привлекают наиболее активных и заинтересованных родителей в решение вопросов повышения качества образования и воспитания детей.

Также разработаны требования к обустройству и оборудованию школьных зданий (и некоторых других учреждений). Например, в многоэтажной школе каждый этаж должен быть оборудован приспособлениями и помещениями для игр.

В городе Ресифе (Бразилия), население которого составляет 1,3 млн. жителей, осуществлен проект по сбору и утилизации твердых бытовых отходов, который также способствовал росту занятости в городе. Ответственным лицом по проекту назначена коммунальная организация по обеспечению чистоты и обслуживанию городской инфраструктуры *Urban Cleaning and Maintenance*.

Причиной, побудившей разработку и реализацию проекта, стало повышенное загрязнение речных бассейнов из-за сброса домашними хозяйствами отходов своей жизнедеятельности. В цели проекта входило изменение отношения людей к окружающей среде, организации разделения отходов на местах, их сбор и дальнейшая утилизация. После двух лет реализации проекта было достигнуто значительное повышение объемов перерабатываемых материалов, сокращение объемов сбрасываемых твердых отходов в речные водоемы, что в свою очередь сказалось на улучшении качества питьевой воды.

Посредством экологического и гигиенического обучения населения люди научились разделять отходы, для некоторых это стало источником дохода (собирая – продавать заинтересованным предприятиям).

#### *Городское планирование и развитие*

В городе Ванкувер (Канада) местные органы управления предоставляют своим горожанам и предпринимателям широкие возможности для участия в принятии решений по городскому дизайну, социальным программам и т.д. В частности, в Ванкувере и других городах Канады применяется практика предоставления денежных средств горожанам для разработки и реализации местных проектов, необходимых по их усмотрению для решения проблем в районах их проживания.

В Финляндии существует два вида государственных пособий на квартиры. На первый могут рассчитывать лишь люди с невысоким уровнем доходов. Это пособие предназначено для покрытия расходов на аренду квартиры.

Второй вид пособий предусмотрен для покупки или строительства квартиры. Он представляет собой скидки на проценты банковского кредита. Если финн решил воспользоваться таким видом пособия, то он не может позволить себе купить слишком большую квартиру. К тому же размер квартиры, которую может купить или построить для своей семьи взявший кредит человек и при этом решивший воспользоваться скидками, устанавливает сам банк. Государство также поддерживает скидками на кредитные проценты молодых людей, которые впервые покупают квартиру.

Сегодня проекты реконструкции многоквартирных домов реализуются по всей стране, причем нередко на реконструкцию ставятся целые микрорайоны. В реновации жилого фонда принимает участие и государство. Помощь его заключается в том, что оно выступает гарантом кредита в банке. Для капитального ремонта дома можно получить льготный кредит в размере 80% от всех затрат на ремонт. Благодаря поддержке государства процентная ставка такого кредита, который можно взять сроком на 16 лет, не превышает 3,5% в год.

Берлин - для жителей и гостей, а не для автомобилей, но с современными коммуникациями. Градостроительная концепция Берлина (бывшей восточногерманской части) сосредоточивает усилия на создании "города коротких путей" путем повышения строительной плотности до уровня, более характерного для традиционных

европейских городов. Это требует "обратной застройки" непомерно широких автотрасс и значительно повысит качество жизненного уровня и пребывания в центре города. Примером реализации этой концепции служат преобразования района Шпителльмаркт, столетиями считавшегося узлом, соединявшим Потсдамскую площадь и Александерплатц.

Доставшееся в наследство объединенному Берлину восьмиполосное автотранспортное движение, проходящее в районе Шпителльмаркт, было решено существенно сократить путем "обратной застройки". Эта городская площадь вновь становится коммунальным узлом для жителей и гостей города.

Чтобы удовлетворить потребности объединенного города в грузовых и пассажирских перевозках, решено соединить в единую сеть четыре транспортных средства: электричку протяжённостью маршрутов 300 км; метро, протяжённостью линий 167 км; трамвайные пути, протяжённостью 411 км; автобусные маршруты (1855 км). Благодаря реконструкции и расширению сети маршрутов пассажирского транспорта стало возможным реализовать постановления берлинского Сената, согласно которым 80% всех пассажирских перевозок в центре Берлина будут осуществляться муниципальным пассажирским транспортом, а 20% - на автомобиле. В качестве технической инновации выступает строительство навесной магнитной дороги "Трансрэпид" (федеральное правительство выделило свыше 2 млрд. евро), которое должно завершиться в 2005 г. Эта дорога соединит Гамбург и Берлин, время в пути будет составлять менее часа.

В соответствии с Актом 2004 года об устойчивых и безопасных зданиях в Великобритании здания должны отвечать требованиям устойчивого развития, в частности при строительстве зданий должны соблюдаться экологические нормы, использоваться материалы, способствующие минимальному потреблению энергии и воды.

[1] Римский клуб — международная неправительственная организация, созданная в 1968 году по инициативе итальянского экономиста, общественного деятеля и бизнесмена А. Печеи, и выдвинувшая программу изучения глобальных проблем, затрагивающих основы человеческого существования: гонка вооружений и угроза развязывания ядерной войны, загрязнение окружающей среды

[2] Гру Харлем Брундтланд - в 1980-х гг. министр окружающей среды, затем премьер-министр Норвегии, в настоящее время - исполнительный директор Всемирной организации здравоохранения

[3] Хартия городов Европы за устойчивое развитие (Аалборгская хартия), принятая Европейской конференцией по устойчивому развитию больших и малых городов в Аалборге (Ольборге), Дания, 27 мая 1994 года

[4] Комиссия ООН по устойчивому развитию издает информационные сборники "Успешные истории" - краткие описания уже реализованных успешных проектов в этой области на городском уровне. В каждом сборнике - описания десятков таких проектов, осуществленных в разных странах. Эти материалы распространяются по всему миру как своего рода образцы для подражания

#### **Экологическое образование и просвещение, экологическая культура**

**Экологическое образование** — целенаправленно организованный, планомерно и систематически осуществляемый процесс овладения экологическими знаниями, умениями и навыками. Указом Президента РФ «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» (1997) в качестве одного из важнейших направлений государственной политики в области экологии намечено развитие экологического образования и воспитания. Постановлением правительства создан Межведомственный совет по экологическому образованию. Государственная Дума в первом чтении приняла Федеральный закон «О государственной политике в области экологического образования».

Вместе с социально-гуманитарным образованием экологическое образование в современных условиях призвано способствовать формированию у людей нового экологического сознания, помогать им в усвоении таких ценностей, профессиональных знаний и навыков, которые содействовали бы выходу России из экологического кризиса и движению общества по пути устойчивого развития.

Действующая в настоящее время в стране система экологического образования носит непрерывный, комплексный, междисциплинарный и интегрированный характер, с дифференциацией в зависимости от профессиональной ориентации. Созданы центры по экологическому образованию населения, апробируется экологическая компонента содержания профессионального образования. Специалисты экологического профиля готовятся сегодня более чем в 40 университетах и академиях и 30 педвузах России. Состоялся первый выпуск бакалавров первого в России негосударственного высшего учебного заведения экологического профиля — Международного независимого экологополитологического университета (МНЭПУ). Одним из важнейших направлений своей деятельности МНЭПУ считает содействие «становлению новой этики, необходимой для пересмотра взаимоотношений человека и «биосфера».

Координация усилий различных стран в сфере экологического образования осуществляется Организацией Объединенных Наций по культуре, науке и образованию (ЮНЕСКО). Ее генеральный директор Ф. Майор считает необходимым постановку Глобального экологического воспитания в центр всех учебных программ, начиная с дошкольных организаций и кончая вузами и системами переподготовки кадров. По его представлениям: «наше выживание, защита окружающей среды могут оказаться лишь абстрактными понятиями, если мы не внушим каждому... простую и убедительную мысль: люди — это часть природы, мы должны любить наши деревья и реки, пашни и леса, как мы любим саму жизнь» (1990).

Экологическое воспитание призвано формировать активную природоохранную позицию. *Экологическое воспитание*, по Н. Ф. Реймерсу (1992), достигается с помощью комплекса природоохранного и экологического обучения, включающего воспитание в узком смысле слова, школьное и вузовское экологическое просвещение, пропаганду экологического мировоззрения.

Основные цели экологического воспитания в современных условиях,

привозглашенные в многочисленных манифестах, кодексах, сводах и т. д., могут быть сведены к следующим постулатам, которые должны быть осознаны, понятны и признаны:

- всякая жизнь самоцenna, уникальна и неповторима; человек ответственен за все живое;
- Природа была и всегда будет сильнее человека. Она вечна и бесконечна. Основой взаимоотношения с Природой должна стать взаимопомощь, а не противоборство;
- чем более разнообразна биосфера, тем она устойчивее;
- призрак экологического кризиса стал грозной явью; человек оказывает на природную среду недопустимое по масштабам дестабилизирующее воздействие;
- если все оставить так, как есть (или слегка модернизировать), то «уже скоро □ спустя всего лишь 20□50 лет, Земля ответит одуревшему человечеству неотразимым ударом на уничтожение»;
- сложившийся в массовом сознании в течение многих лет антропоцентрический тип сознания должен быть вытеснен новым видением мира □ экоцентрическим;
- люди должны быть правильно ориентированы и готовы к радикальному изменению системы ценностей и поведения, а именно к отказу от перепотребления (для развитых стран), от установки на многодетную семью (для развивающихся стран) и от экологической безответственности и вседозволенности.

Экологическое воспитание должно базироваться на основном постулате о том, что выход из экологического кризиса в современных условиях возможен. Ключи к решению глобальной экологической проблемы □ в переоценке мировоззренческих ценностей и в «смене приоритетов», а также в нормализации численности населения через планирование семьи, в неустанной практической работе по реализации основных направлений в охране окружающей среды.

Вряд ли можно согласиться с теми авторами, которые утверждают, что в процессе «смены приоритетов» воспитание экологического сознания играет важную, но все-таки не главную роль. По их мнению, главный фактор успеха □ экономический, а экологическое самосознание лишь облегчает переход к экономическому образу жизни.

Конечно, одного экологического мышления при решении природоохранных работ будет мало, если оно не опирается на прочную экономическую основу. Но с другой стороны, возможно ли осуществить концепцию экологически устойчивого развития, при котором экономика должна развиваться наряду, вместе с экологией, людьми, у которых сформировался антропоцентрический тип экологического сознания?

Предлагаем самим студентам порассуждать на эту тему и сделать необходимые выводы. Предварительно можем предложить следующую цитату: «Мы получили в наследство невыразимо прекрасный и многообразный сад, но беда в том, что мы никудышние садовники. Мы не позаботились о том, чтобы усвоить простейшее правило садоводства. С пренебрежением относясь к нашему саду, мы готовим себе в не очень далеком будущем мировую катастрофу не хуже атомной войны, причем делаем это с благодушным самодовольством малолетнего идиота, стригущего ножницами картину Рембрандта» (Д. Дарелл).

Высшей стадией экологизации сознания является *экологическая культура*, под которой понимают весь комплекс навыков бытия в контакте с окружающей природной средой. Все большее число ученых и специалистов склоняются к мнению, что преодоление экологического кризиса возможно лишь на основе экологической культуры, центральная идея которой: совместное гармоническое развитие природы и человека и отношение к природе не только как к материальной, но и как к духовной ценности. Российские ученые В. И. Данилов-Данильян и К. С. Лосев (1996) утверждают, что человеку надо думать не об управлении эволюцией, а об управлении самим собой, что означает прежде всего следование законам Природы. Человек должен осознать свою роль в биосфере как один из видов, который, как и все остальные, обязан подчиняться законам развития биосферы.

Мировое сообщество не может существовать без экологической культуры, поскольку без нее трудно рассчитывать на выживание человечества в условиях экологического кризиса. Правила «не повреди» и «думать глобально, действовать локально» обязательны для всех людей (Реймерс, 1992). Во имя жизни на Земле человечеству предстоит возводить, сберечь и развить все основные ценности экологической культуры.

### **Роль населения в решении экологических проблем и обеспечении экологической безопасности**

Важной задачей [экологического образования](#) является возможность населения контролировать и обнаруживать экологические нарушения. Без участия населения невозможно решение общегосударственных задач охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности. Казалось бы, государственные инспекции при поддержке соответствующих законов должны самостоятельно справиться с поставленными задачами, однако это не так.

Решение экологических проблем требует дополнительных средств, что встречает сопротивление других претендентов на государственное бюджетное финансирование. Кроме того, аккуратное выполнение природоохранных норм обычно увеличивает себестоимость продукции, а значит, снижает ее конкурентоспособность на рынке. Поэтому рациональное природопользование и экологическая безопасность должны иметь сильных защитников, неусыпно следящих за выполнением уже принятых законов и настаивающих на дальнейшей разработке и совершенствовании законодательства и нормативных актов.

Специалисты-экологи могут предупредить о надвигающейся опасности и предложить способы ее нейтрализации, но они не имеют достаточного влияния при принятии государственных решений. Это функция парламентариев и государственных органов власти. Парламентарии в свою очередь вынуждены выбирать между множеством одновременно поставленных перед ними задач. В первую очередь рассматриваются срочные законы, которых, как правило, так много, что принятие остальных проектов откладывается на значительный срок, а тем временем появляются новые срочные законопроекты. Положительный выход от принятия экологических законов обычно проявляется спустя много лет, а любому депутату нужно отчитываться решенными проблемами перед своими избирателями ежегодно. Поэтому большинство из них вряд ли поставят [экологию](#) на первое место, по крайней мере до тех пор, пока ситуация не станет критической. Примерно так же обстоит дело с государственными чиновниками, основное внимание которых привлечено к решению срочных дел.

Нельзя недоучитывать и противодействия принятию экологических законов и их выполнению со стороны проигрывающих на этом сторон, к которым, к сожалению, относятся влиятельные и финансово состоятельные предприниматели. Поэтому эффективная защита экологических интересов населения и охраны природы остается в руках самого населения. В зависимости от гражданской зрелости общества и степени участия населения в решении как местных, так и общегосударственных задач вся система государственной экологической безопасности работает более или менее эффективно.

В Дании, Швейцарии и других странах традиционно высока культура участия населения в самоуправлении страной. Многие спорные вопросы выносятся на общегражданские референдумы, чтобы принять решение с учетом мнения каждого гражданина. В США избиратели по любому поводу обращаются непосредственно к своему представителю в парламенте или к президенту. По числу писем, полученных по тому или иному вопросу, законодатели судят о приоритетности проблем и учитывают это в своей деятельности, быстро откликаясь на массовые запросы избирателей.

В современной России есть все условия для демократического самовыражения своей позиции по любым государственным вопросам, но не хватает опыта и уверенности в

эффективности коллективных усилий. Чем больше россиян будут принимать участие в государственном управлении, используя для этого предоставленные Конституцией и законами права, тем сильнее станет государство и тем быстрее будут приняты меры по защите интересов самих граждан или природы.

Без участия всего населения трудно осуществить контроль и за выполнением уже принятых законов. Наивны надежды на повсеместную автоматическую регистрацию датчиками отклонений в загрязнении воздуха или воды. Тем более нет средств автоматического контроля за несанкционированной вырубкой, браконьерства, строительства новых сооружений, не прошедших экологической экспертизы. Намного эффективнее, если само население осуществляет контроль и при обнаружении нарушений ставит в известность соответствующие инспекции, а если необходимо, то и прокуратуру. Обычно для этого создаются временные общественные организации, которые следят за выполнением требований, выставленных ими от имени населения, своевременно подают запросы, реагируют на ответы, представляют местных жителей в суде.

Трудно обеспечить объективность принимаемых государственных или местных решений, если при этом отсутствуют представители населения. Так, по федеральному законодательству на заседаниях государственной экспертизы имеют право присутствовать представители общественности. Однако во многих местах об этом просто не знают и не реализуют своих законных прав по защите интересов населения.

Население имеет возможность привлечь профессиональных юристов, экономистов, экологов, оплатив их услуги, для чего собирают добровольные пожертвования. Если необходимо, на средства населения заказывают проведение независимых экспертиз или публикацию статей в средствах массовой информации

Экологическое образование призвано объяснить людям их права и возможности, научить правильно действовать для защиты долгосрочных интересов общества и стабильности природы, выступать законным оппонентом тех сил, для которых экологическая безопасность по экономическим причинам не является приоритетной целью.

### **2.16.3 Результаты и выводы:**

Оформить отчет и сдать преподавателю