

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ВЛАДИМИРА  
ДАЛЯ»

Стахановский инженерно-педагогический институт менеджмента  
Кафедра технологии производства и охраны труда

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к практическим работам

по дисциплине

**«Концепции современного естествознания»**

для студентов направления подготовки

Профессиональное обучение (по отраслям),

магистерские программы: «Безопасность технологических процессов и производств», «Экономика и управление», «Управление персоналом», «Информационные технологии и системы», «Электроснабжение», «Профессиональная психология», «Горное дело. Подземная разработка пластовых месторождений», «Горное дело. Электромеханическое оборудование, автоматизация процессов добычи полезных ископаемых», «Горное дело. Технологическая безопасность и горноспасательное дело».

*Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом*

ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. ДАЛЯ»

(протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2023 г.)

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине **«Концепции современного естествознания»** для студентов направления подготовки **Профессиональное обучение (по отраслям)**, магистерские программы: «Безопасность технологических процессов и производств», «Экономика и управление», «Управление персоналом», «Информационные технологии и системы», «Электроснабжение», «Профессиональная психология», «Горное дело. Подземная разработка пластовых месторождений», «Горное дело. Электромеханическое оборудование, автоматизация процессов добычи полезных ископаемых», «Горное дело. Технологическая безопасность и горноспасательное дело». / Сост.: С.А. Черникова. – **Стаханов: ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. ДАЛЯ»**, 2023.–72 с.

Материал изложен в форме семи практических работ, к каждой из которой приведены контрольные вопросы. Методические указания также содержат список использованных источников.

Представленные методические указания к практическим работам по дисциплине «Концепции современного естествознания» автора Черниковой С.А. предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки **Профессиональное обучение (по отраслям)**, магистерские программы: «Безопасность технологических процессов и производств», «Экономика и управление», «Управление персоналом», «Информационные технологии и системы», «Электроснабжение», «Профессиональная психология», «Горное дело. Подземная разработка пластовых месторождений», «Горное дело. Электромеханическое оборудование, автоматизация процессов добычи полезных ископаемых», «Горное дело. Технологическая безопасность и горноспасательное дело».

Составитель: доц. Черникова С.А.

Ответственный за выпуск: доц. Черникова С.А.

Рецензент: доц. Петров А.Г.

© Черникова С.А.2023

© ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ДРЕВЕСНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ .....	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ, ГИДРОСФЕРЫ И ЛИТОСФЕРЫ .....	10
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГИДРОСФЕРЫ СБРОСАМИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ .....	14
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. ПОРОДНЫЕ ОТВАЛЫ – КОМПЛЕКСНЫЕ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ТЕХНОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....	20
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5.АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРОМЫШЛЕННЫМИ И СТОЧНЫМИ ВОДАМИ. НОРМИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ВОДОЕМАХ. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД .....	24
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6. ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПО ФАКТОРАМ ВРЕДНОСТИ И ТРАВМООПАСНОСТИ .....	54
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7. АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ОТХОДАМИ ОТ ПРОИЗВОДСТВ И ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ (ТБО) .....	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	70

# **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ДРЕВЕСНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ**

Работа выполняется 2 часа

**Цель работы:** определить влияние окружающей среды на древесную растительность, используя вероятностно-статистические методы.

## **Теоретические сведения**

Научные исследования дают колоссальный поток информации о недрах, о производственных процессах горных предприятий и о физических процессах, происходящих в недрах и в различных производствах в сфере техносферной безопасности. Эта информация должна быть своевременно систематизирована, обобщена и обработана с целью получения новых научных и практических выводов, а также с целью разработки методики алгоритмизации производственных и физических процессов, мониторинге техносферной безопасности - как основы применения ЭВМ.

Предварительная обработка информации наилучшим образом может быть осуществлена методами математической статистики. Статистическими данными называют сведения о числе объектов, обладающих теми или иными признаками. Например, данные о прочностных признаках большого числа образцов одной и той же горной породы, данные о прочностных свойствах массива породы, определенных во многих участках массива, данные о производительности рабочего горного забоя, о себестоимости добычи одной тонны полезного ископаемого, о содержании металла в отобранных пробах и т. д.

В природе и в производстве нет ни одного физического явления, процесса, в которых не присутствовали бы в той или иной мере элементы случайности.

В ряде практических задач случайными элементами пренебрегают, рассматривая вместо реального явления его упрощенную схему – модель.

Затем применяется тот или иной математический аппарат (например, составляются и интегрируются дифференциальные уравнения, описывающие явление). Таким образом, выявляется основная закономерность, свойственная данному явлению и дающая возможность предсказать результат опыта по его заданным условиям. Чем больше будет учтено факторов, тем подробнее и глубже исследуется явление и тем точнее становится научный прогноз. Переменно-варьирующими являются и признаки, характеризующие тот или иной производственный процесс горного предприятия, например, скорость проведения выработки, производительность рабочего подготовительных и очистных забоев, стоимость проходки погонного метра выработки, стоимость добычи одной тонны полезного ископаемого, стоимость поддержания выработки.

Если эти признаки как-то пространственно размещены (содержание, мощность, линейный запас, элементы залегания), то задача статистики – исследовать не только статистические распределения, но и пространственное размещение признака.

Влияние основных факторов, определяющих течение исследуемого явления, можно учесть методами горно-технологических наук, а влияние второстепенных, переплетающихся между собой факторов - методами теории вероятностей и математической статистики.

Вероятностно-статистические методы дают возможность предсказать средний общий результат массы отдельных однородных опытов, конкретный исход каждого из которых остается неопределенным, случайным.

Отдельные единицы, составляющие статистическую совокупность, обладают рядом количественных и качественных признаков. Эти признаки в каждом отдельном случае имеют различные значения, образующие вариационный ряд.

Вероятностные закономерности получают статистическое выражение в силу закона больших чисел (вероятности осуществляются приближенно в виде частностей, а математические ожидания – в виде средних).

Математические законы теории вероятностей отражают реальные статистические законы, объективно существующие в массовых случайных явлениях природы и производства.

Для успешного применения вероятностно-статистических методов при решении задач горного дела и техносферной безопасности необходима перестройка мышления. Эффективное использование современных математических методов требует мышления вероятностно-статистическими категориями.

Рассмотрим применение вероятностно-статистических методов на конкретном примере.

Все органы растений реагируют на загрязнение среды или абиотические факторы. Ростовые процессы у растений включают в себя множество подпроцессов. Растения подвержены очень большой изменчивости (особенно размеры листьев). Так, размеры листьев могут сильно увеличиваться после обрезки деревьев, так как приток пластических веществ из корневых систем распределяется на оставшиеся после обрезки листья, а также стимулирует пробуждение спящих почек. В то же время размер листьев может сильно уменьшаться в результате длительной весенней засухи. В санитарных зонах предприятий, в уличных посадках в большинстве случаев размеры листьев уменьшены по сравнению с более чистой загородной территорией.

Существует несколько способов измерения площади листьев – это весовой, при помощи светочувствительной бумаги, подсчета квадратиков на бумаге, планиметрический. Модификацией весового метода является разработка Л.В. Дорогань (1994), где предварительно для древесной породы определяется переводной коэффициент, а затем путем измерения длины и ширины листа производят массовые вычисления площади листьев.

### **Порядок выполнения работы:**

На занятие студенты приносят по 20-25 листьев каждой древесной породы с деревьев, растущих в разных экологических условиях.

Проводят сбор показателей по следующим параметрам:

- 1) направление улицы по сторонам света и увязка его с розой ветров;
- 2) определение стороны улицы (солнечная, теневая);
- 3) ширина улицы;
- 4) тип загруженности автотранспортом;
- 5) наличие высоких домов с обеих сторон улицы;
- 6) наличие продувов между домами;
- 7) наличие стоянок автотранспорта;
- 8) близость зеленых насаждений к дороге;
- 9) вид насаждений (улица, сквер, парк, двор).

Производится визуальная оценка состояния листа (повреждения, цвет, поверхность и так далее).

#### *Порядок вычислений*

1. Установление переводного коэффициента основано на сравнении массы квадрата бумаги с массой листа, имеющего такие же размеры. Для этого берут бумагу и аккуратно обрисовывают контур листа. Вычисляют площадь бумаги, вырезают и взвешивают его, затем взвешивают лист.

Из полученных данных вычисляют переводной коэффициент делением массы бумажного листа на массу листа дерева.

Вычисление переводного коэффициента производится на основании измерения 7-8 листьев. Таким же расчетом он устанавливается отдельно для каждого вида растений. Примерный коэффициент для березы – 0,64; для яблони – 0,71-0,72; для тополей – 0,60-0,66.

#### 2. Определение относительного коэффициента

Измеряют длину (А) и ширину (В) каждого листа и определяют относительные коэффициенты по формулам 1.1 и 1.2.

$$K = \frac{S_{л}}{S_{кв. б}}, \quad (1.1)$$

$$M = \frac{P_{л}}{P_{кв. б}} \quad (1.2)$$

где К, М – относительные коэффициенты

Сл (Рл) – площадь (масса) листа, см<sup>2</sup> (г)

Скв,б. (Ркв.б) – площадь (масса) квадрата бумаги, см<sup>2</sup> (г),

$$Скв.б = А \cdot В \text{ см}^2$$

Получаем ряд значений изменчивости площади листьев для каждой древесной породы в разных экологических условиях.

Для каждого ряда вычисляют среднеарифметические величины и сравнивают их между собой. В случае большой выборки строят вариационные кривые встречаемости листьев определенной площади в разных условиях среды.

При этом все ряды по площади листьев разбивают на классы от самого маленького листа до самого большого с одинаковым шагом между классами.

При работе при наличии 25 листьев достаточно 5 классов.

Кривые сравнивают, делают выводы относительно различий в изменчивости площади листьев в зависимости от экологических условий.

Устанавливают разницу в диапазоне изменчивости для маленьких и больших листьев.

Определение влажности листьев

$$X = \frac{(a - b) * 100}{a}; \quad (1.3)$$

где а - масса влажного листа

в - масса сухого листа.

### **Содержание отчета:**

1. Тема, цель работы;
2. Краткие теоретические сведения;
3. Таблица 1.1 с результатами вычислений;
4. Анализ влияния 9 показателей на вид и форму листьев.
5. Выводы



Таблица 1.1 Результаты вычислений

	1 лист	2 лист	....	n лист
Масса квадрата бумаги Р кв,б				
Масса листа дерева из бумаги Ркв.б				
переводной коэффициент Р кв,б. (Ркв.б) – площадь (масса) квадрата бумаги, см <sup>2</sup> (г), $S_{кв.б} = A \cdot B$ , посчитать средний из 7-8 листьев				
Масса влажного листа				
Масса сухого листа				
Площадь квадрата бумаги				
Площадь листа				
К				
М				
Влажность листьев				

### Контрольные вопросы

1. Какова цель научного исследования?
2. Что такое предварительная обработка информации?
3. Какие существуют способы измерения площади листьев?
4. Перечислите вероятностно-статистические методы
5. Что показало исследование листьев в городской застройке?

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2 ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ, ГИДРОСФЕРЫ И ЛИТОСФЕРЫ**

Работа выполняется 2 часа

**Цель работы:** научиться определять и наносить на карту основные источники загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы

### **Теоретические сведения**

**Загрязнение воздуха** Луганской Народной Республики:

- на долю промышленности приходится 66% выбросов,
- коммунального хозяйства – около 14%,
- автотранспорта – около 20%.

Крупнейшими предприятиями – загрязнителями атмосферного воздуха республики являются филиал № 12 ЗАО «Внешторгсервис» и ГУП ЛНР «Республиканская топливная компания «Востокуголь», на долю которых приходится свыше 85 % совокупных выбросов (2005г).

Существенное влияние на загрязнение воздушного бассейна оказывают горящие породные отвалы. Выбросы продуктов горения породных отвалов, а это около 4 тыс. тонн в год, приводят к подкислению атмосферы, выпадению кислотных дождей, деградации сельхозугодий и лесных массивов. Попадание кислорода воздуха и воды в очаг горения породного отвала способно вызвать взрыв террикона и привести к техногенной аварии.

Металлургические предприятия поставляют в атмосферу твердые вещества, сернистый ангидрид, окись углерода, а также фенол, сероводород, аммиак, нафталин, бензол, циклические углеводороды и другие химические вещества.

В отопительный сезон загрязнение воздуха населенных пунктов увеличивается в результате поступления в атмосферу дымовых газов от котельного оборудования.

Не менее важным фактором загрязнения атмосферного воздуха является транспорт, роль которого в загрязнении воздушного бассейна населенных

пунктов республики постоянно возрастает в связи с увеличением количества и срока эксплуатации транспортных средств. Основным видом транспорта, загрязняющим окружающую среду, является автомобильный. Около 56% автомобильных выбросов в атмосферу принадлежит грузовым автомобилям.

**Основными загрязнителями водных объектов** Луганской Народной Республики являются объекты горнодобывающей промышленности, а также предприятия жилищно-коммунального хозяйства.

Для шахтных вод, откачивающихся на поверхность в процессе добычи угля, характерно высокое содержание минеральных солей. Соответственно, при сбросе шахтных вод в реки, в последних будет наблюдаться повышение содержания загрязняющих веществ группы минерализации.

В среднем ежегодно в природные водные объекты на территории Луганской Народной Республики сбрасывается порядка 138 млн м<sup>3</sup> сточных вод, из них загрязненных - 126 млн м<sup>3</sup> (91 %). Значительные объемы загрязненных сточных вод характерны для промышленной отрасли (в основном угольной) и составляют порядка 77 % от общего объема сброса. К категории «загрязненные» шахтные воды относятся из-за их высокой минерализации.

Значительный объем загрязненных сточных вод сбрасывается еще и предприятиями водопроводно-канализационного хозяйства. Основные причины – недостаточные мощности и техническая изношенность большинства очистных сооружений, сброс в сети городской канализации производственных сточных вод, загрязненных нефтепродуктами, тяжелыми металлами, и прочее.

**Одним из основных источников загрязнения почвы** является большое количество несанкционированных свалок. Это происходит и на производственных предприятиях и на остальных территориях. Под воздействием атмосферных осадков вода, проходя через накопленные отходы, вносит в грунт большое количество вредных химических элементов.

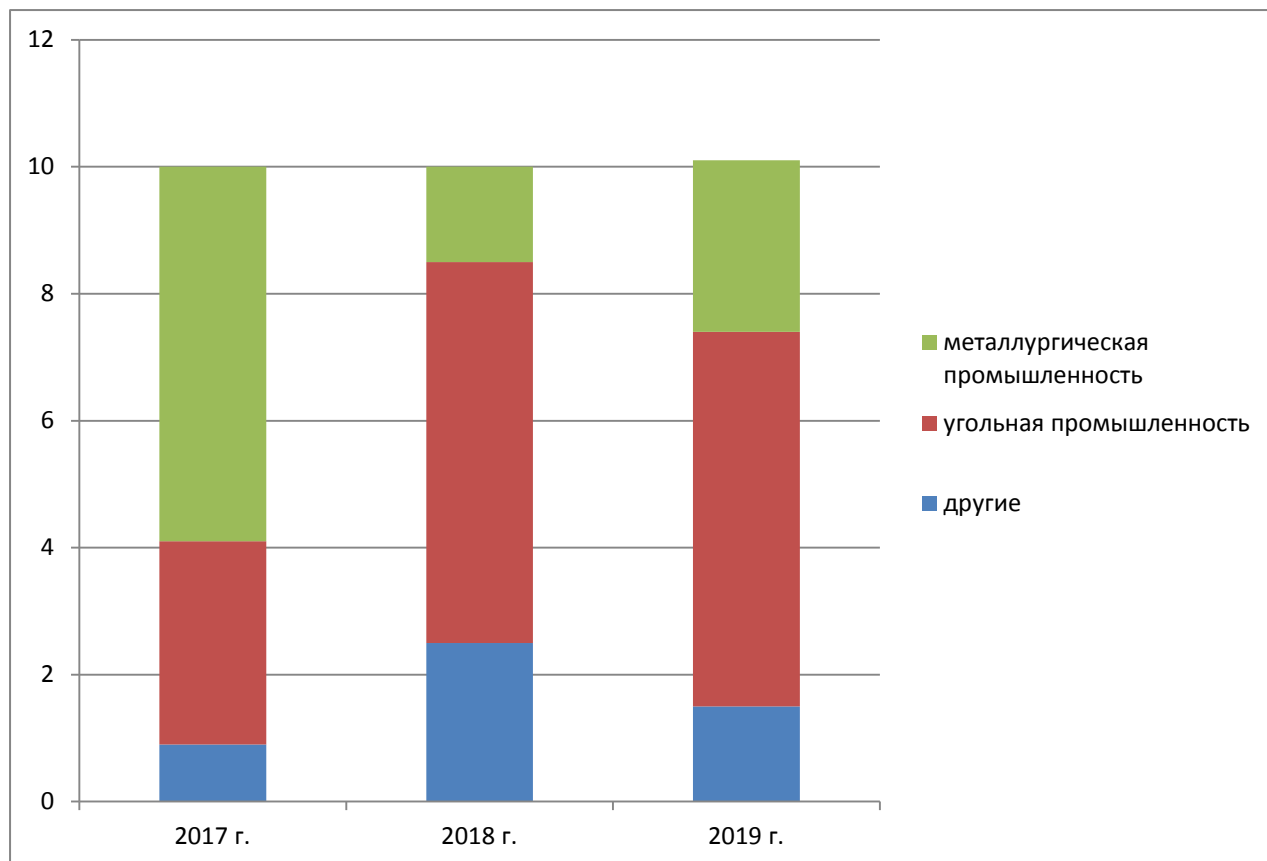


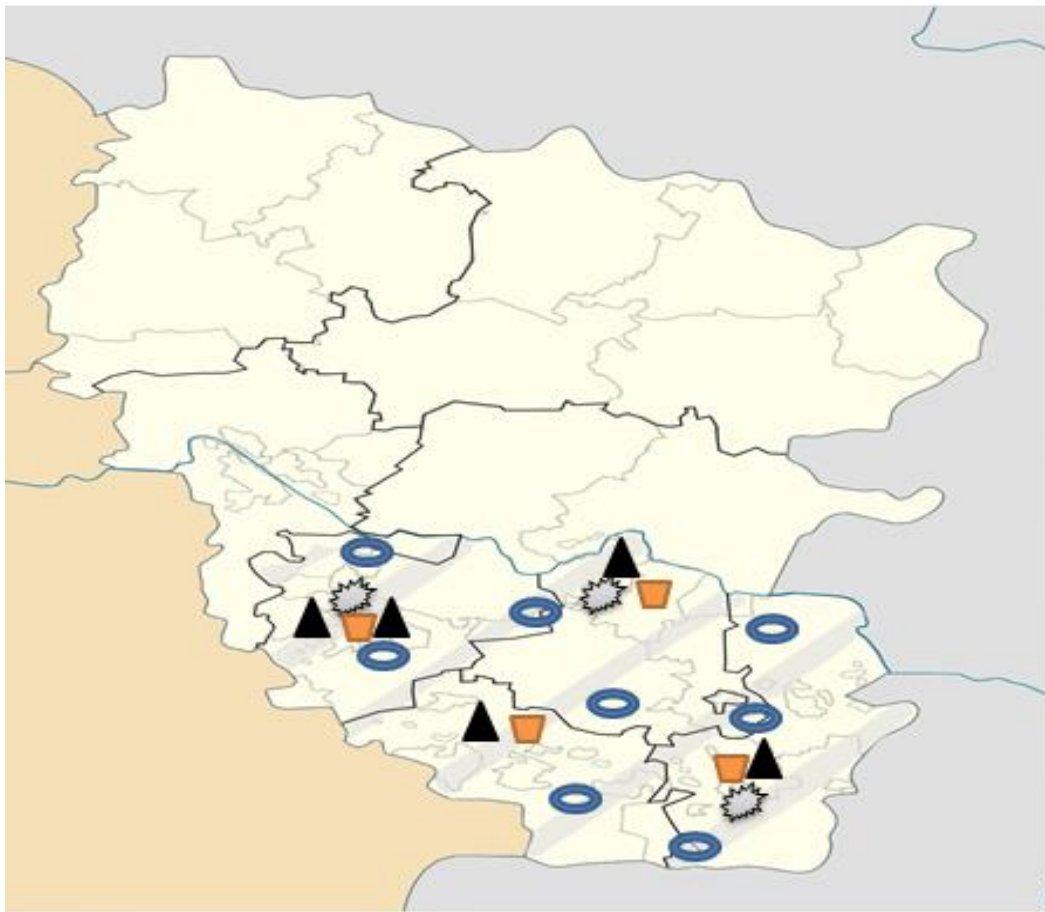
Рис. 2.1 - Долевое участие отраслей в объеме загрязняющих веществ

### Порядок выполнения работы:

1. Используя экологический атлас, рекомендованную литературу или данные сети «Internet» отметьте на карте ЛНР основные источники загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы. Проанализируйте их.
2. Постройте диаграмму выбросов стационарных предприятий за три года.

### Содержание отчета:

1. Тема, цель работы.
2. Краткие теоретические сведения
3. Выполнить задания 1 и 2.
4. Выводы



- ▲ - промышленность
- ▭ - ЖКХ
- - автотранспорт
- ☼ - мусорная свалка

Рисунок 2.2 Карта ЛНР с источниками выбросов

### Контрольные вопросы

1. Какие основные источники загрязнения атмосферы в ЛНР?
2. Какие существуют физические принципы и законы экологии?
3. Как промышленные предприятия влияют на основные сферы Земли?
4. Что такое ноосфера по определению В.В. Вернадского?
5. Опишите «Парниковый эффект», «Озоновая дыра», «Ядерная зима» и их воздействие на человека и природу в целом?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3 АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГИДРОСФЕРЫ СБРОСАМИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Работа выполняется 4 часа

**Цель работы:** выполнить анализ загрязнения гидросферы сбросами загрязненных вод водопользователями ЛНР.

### Теоретические сведения

*Вода* - самое распространенное неорганическое соединение на нашей планете. Вода - основа всех жизненных процессов, единственный источник кислорода в главном движущем процессе на Земле - фотосинтезе. Вода присутствует во всей биосфере: не только в водоемах, но и в воздухе, и в почве, и во всех живых существах. Последние содержат до 80-90% воды в своей биомассе. Потери 10 - 20% воды живыми организмами приводят к их гибели.

*Гидросфера* — это прерывистая водная оболочка Земли, совокупность морей, океанов, континентальных вод (включая подземные) и ледяных покровов. Моря и океаны занимают около 71% земной поверхности, в них сосредоточено около 96.5% всего объема гидросферы. Суммарная площадь всех внутренних водоемов суши составляет менее 3% ее площади. На долю ледников приходится 1.6% запасов воды в гидросфере, а их площадь составляет около 10% площади континентов.

Под загрязнением водоемов понимается снижение их биосферных функций и экономического значения в результате поступления в них вредных веществ.

Качество воды большинства водных объектов не отвечает нормативным требованиям. Многолетние наблюдения за динамикой качества поверхностных вод обнаруживают тенденцию увеличения числа створов с высоким уровнем загрязненности и числа случаев экстремально высокого содержания загрязняющих веществ в водных объектах.

Состояние водных источников и систем централизованного водоснабжения не может гарантировать требуемого качества питьевой воды. Службы санитарно-

эпидемиологического надзора постоянно отмечают высокое загрязнение поверхностных вод.

Около 1/3 всей массы загрязняющих веществ вносится в водоисточники с поверхностным и ливневым стоком с территорий санитарно неблагоустроенных мест, сельскохозяйственных объектов и угодий, что влияет на сезонное, в период весеннего паводка, ухудшение качества питьевой воды, ежегодно отмечаемое в крупных городах. В связи с этим проводится гиперхлорирование воды, что, однако небезопасно для здоровья населения в связи с образованием хлорорганических соединений.

Шахтные воды в выработках и на поверхности сильно загрязнены органическими веществами и токсичными элементами. Сброс шахтных и рудничных вод по Восточному Донбассу составляет почти 40 м<sup>3</sup>/с, в том числе в Донбассе около 25 м<sup>3</sup>/с.

В последние годы произошло уменьшение по сбросу сточных вод. Производилась реконструкция очистных сооружений в Меловом, Новоайдаровске, Антраците.

Таблица 3.1 – Перечень основных водопользователей – загрязнителей водных объектов

№ п/п	Предприятие-загрязнитель	Объем сбросов, млн. куб.м		
		2001	2002	2003
1	ТЭС Луганская	12,02	11,88	11,35
2	ОАО "Алчевский металлургический комбинат"	2,149	2,393	2,48
3	ОАО "Краситель"	8,96	12,23	12,293
4	ОАО "Лисичанская сода"	7,76	8,588	1,232
5	СДВП "Азот"	23,48	16,12	21,4
6	КСП "Лисичанскводоканал"	6,157	6,874	10,07
7	Луганская МКП "Горводоканал"	36,245	34,92	32,35

### Порядок выполнения работы:

1. Дополнить информацию по объему сбросов промышленных предприятий по указанию преподавателя в последующие годы.
2. Выполнить визуализацию информации по образцам рис. 3.1-3.4.

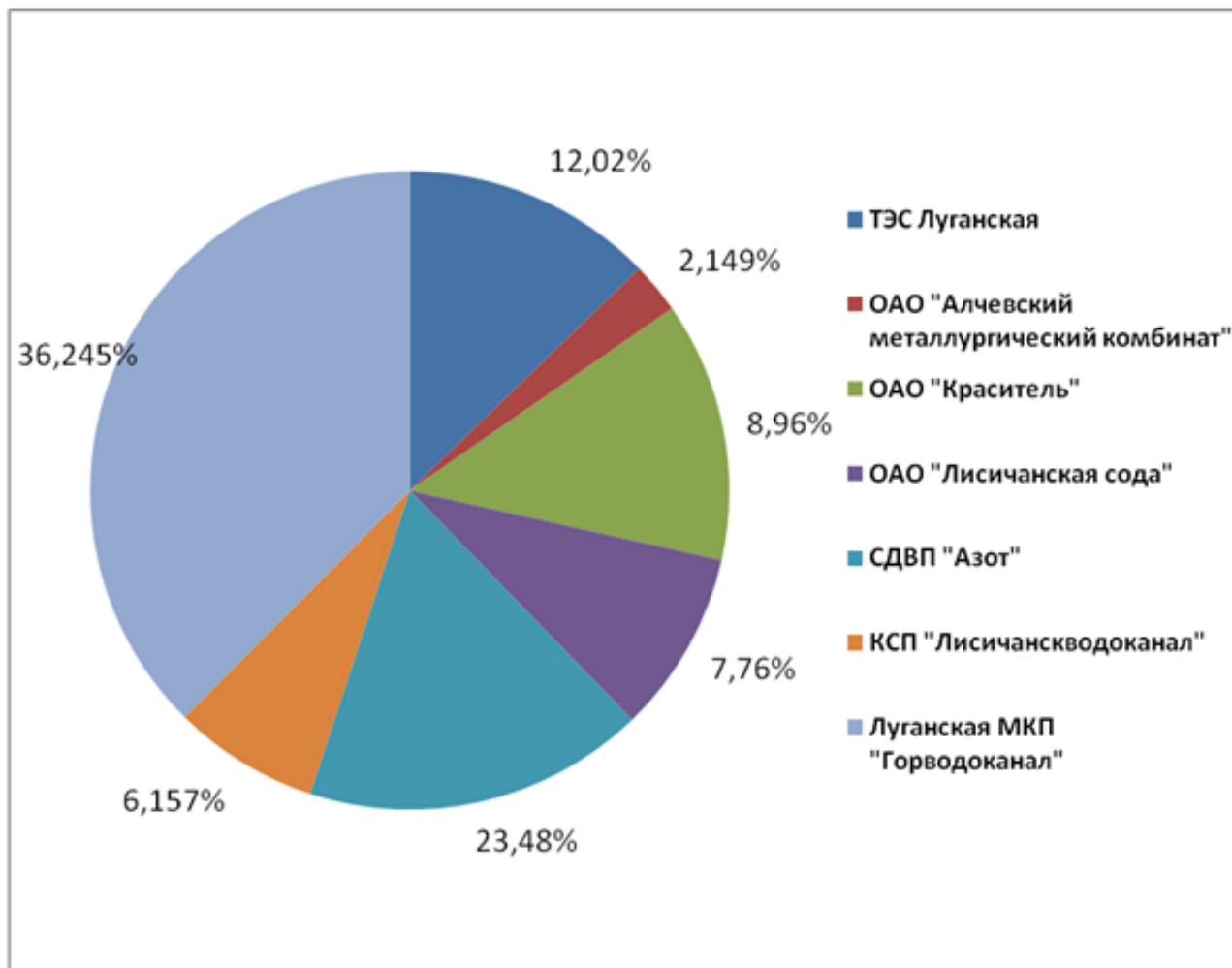


Рис. 3.1. Кольцевой график загрязнения гидросферы за 2001 год



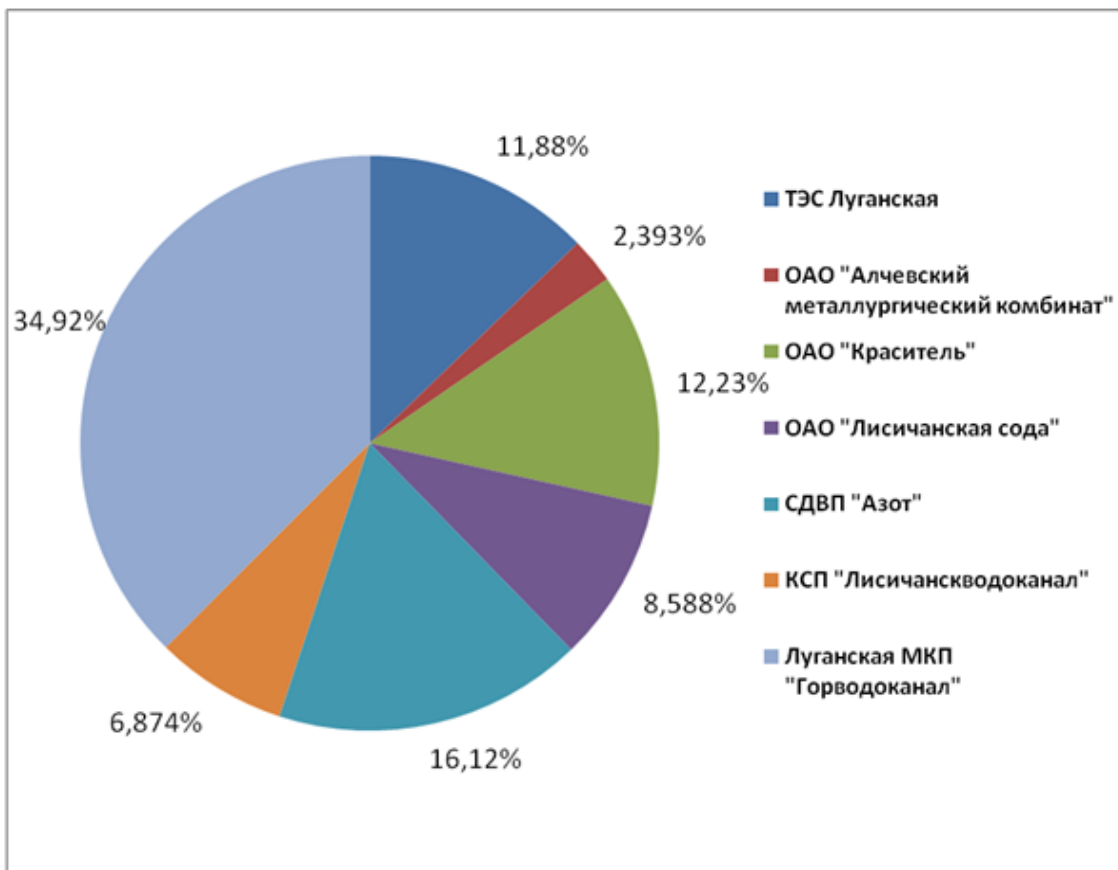


Рис. 3.2. Кольцевой график загрязнения гидросферы за 2002 год

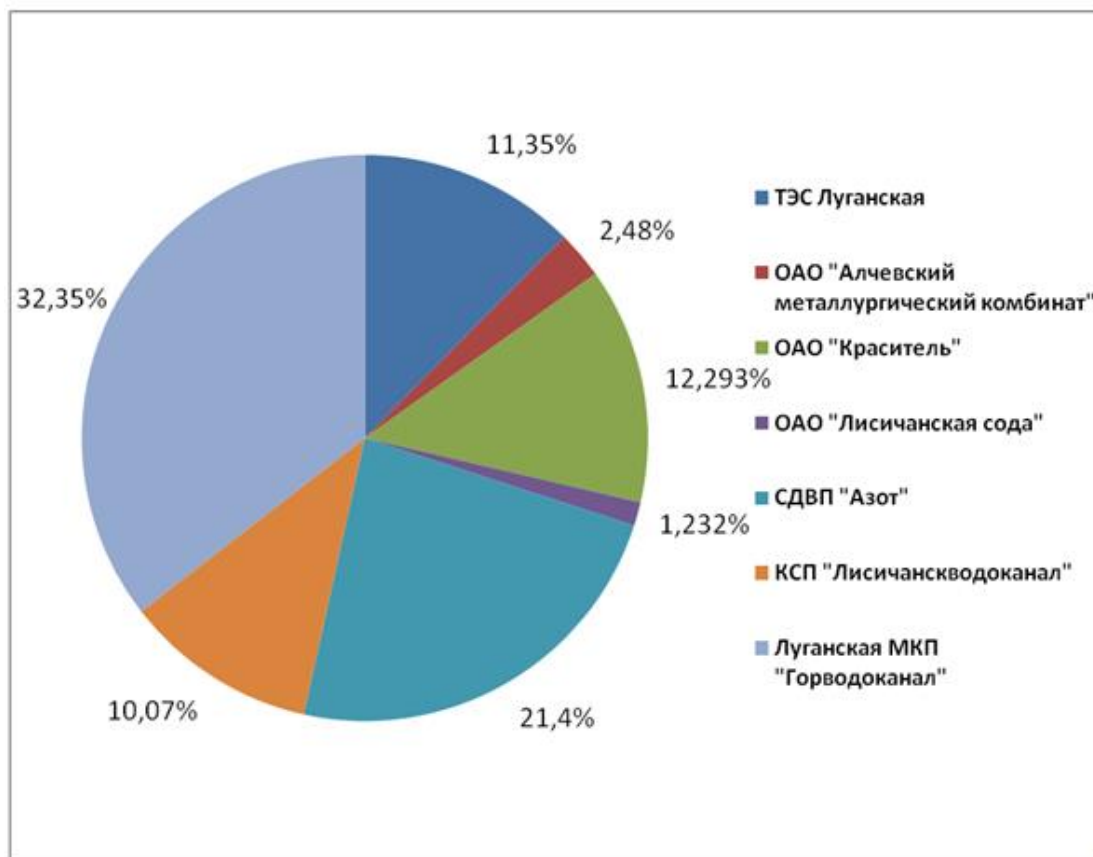
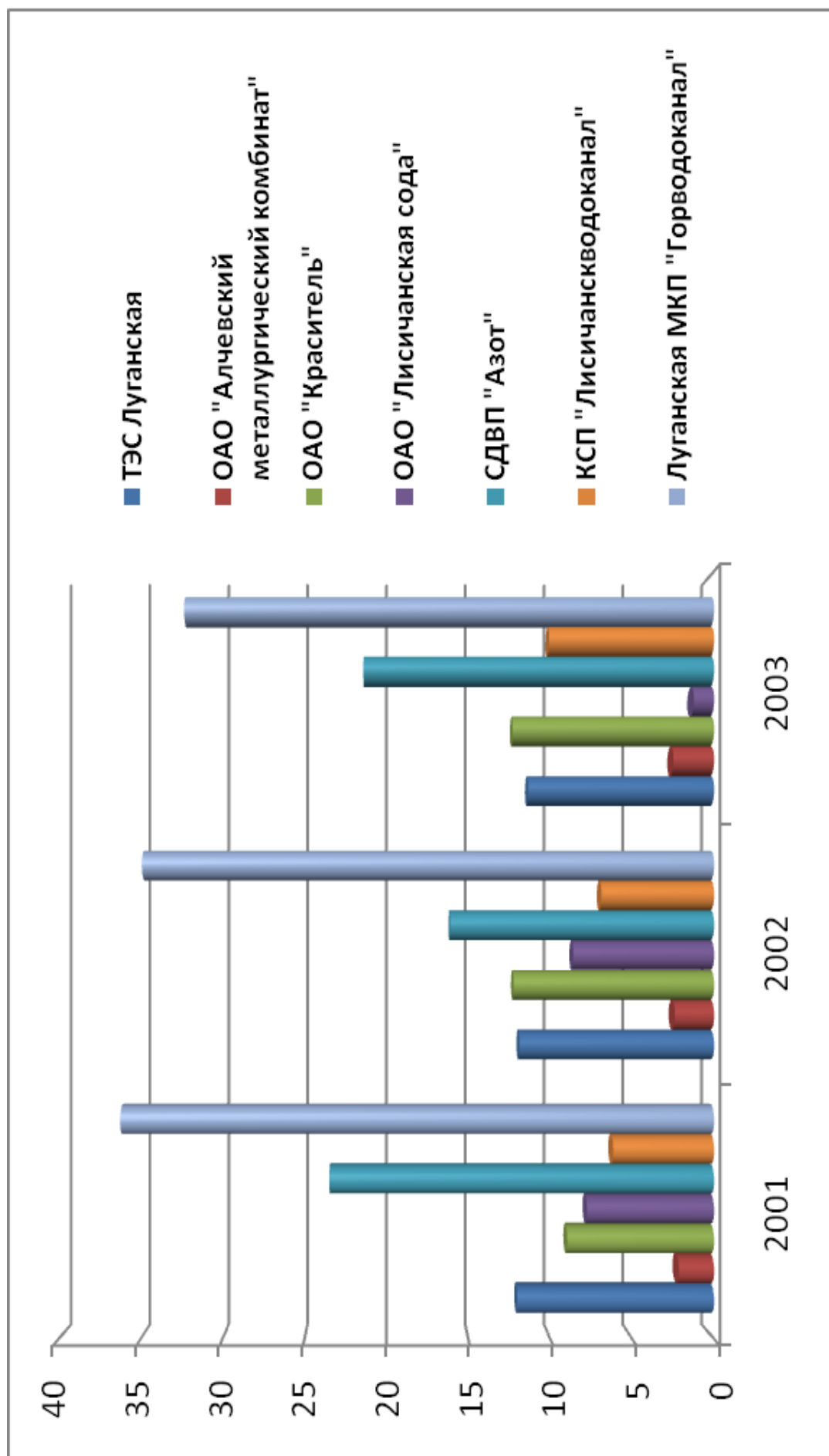


Рис. 3.3. Кольцевой график загрязнения гидросферы за 2003 год

**Рис. 3.4 График основных водопотребителей загрязнителей водных объектов за 2001-2003 годы**



### **Содержание отчета:**

1. Тема, цель работы.
2. Краткие теоретические сведения
3. Выполнить задания 1 и 2.
4. Выводы

### **Контрольные вопросы**

1. Опишите качества воды как природного ресурса
2. Что входит в состав гидросферы?
3. Как переделывается качество воды?
4. Что такое шахтные воды?
5. В каких районах ЛНР за последние годы произошло уменьшение по сбросу сточных вод?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. ПОРОДНЫЕ ОТВАЛЫ – КОМПЛЕКСНЫЕ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ТЕХНОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Работа выполняется 4 часа

**Цель работы:** методом материального баланса рассчитывать породные отвалы как комплексные техногенные месторождения.

### Теоретические сведения

Материальный баланс - это соотношение между количествами исходных материалов, полученного готового продукта, отходами производства и материальными потерями. Он лежит в основе производственного регламента, дает возможность оценить правильность организации технологического процесса, сравнить эффективность его проведения на разных производствах и может быть выражен уравнением, диаграммой или в виде таблицы.

Уравнение материального баланса имеет следующий вид:

$$G_1 = G_2 + G_3 + G_4 + G_5,$$

где  $G_1$  - масса исходных материалов;  $G_2$  - готового продукта;  $G_3$  - побочных продуктов;  $G_4$  - отбросов;  $G_5$  - материальных потерь.

В случае отсутствия отходов производства уравнение материального баланса примет более простой вид:

$$G_1 = G_2 + G_5$$

Материальный баланс может быть составлен как в отношении всего технологического процесса, так и в отношении каждой отдельной стадии или производственной операции. Он может охватывать все материалы (общий, суммарный баланс) или каждый отдельный компонент.

Например, для приготовления 100 кг борной мази взято 5 кг кислоты борной и 95 кг вазелина. Получено 96 кг мази с содержанием кислоты борной 4,9%. Уравнение материального баланса будет иметь вид:

$$100 = 96 + 4.$$

Материальный баланс можно представить в следующем виде:

<i>Взято исходных материалов, кг</i>	<i>Получено, кг</i>
<i>Кислоты борной 5 Вазелина 95 Всего 100</i>	<i>Борной мази 96 Потери 4 Всего 100</i>

Материальный баланс на каждый компонент составляют с учетом его процентного содержания в готовом продукте.

### **Порядок выполнения работы:**

Исходные данные – шахта производительностью 1 млн. тонн угля в год (по заданию преподавателя)

Подсчитать:

1. Количество отвальной породы, при условии образования 30% породы на тонну угля, использованию 20% на закладку выработанного пространства, и 10% на покрытие дорог и засыпку рельефа. Остальная порода идет в отвал.
2. Методом материального баланса подсчитать годовое поступление в отвал минеральных веществ.
3. Выполнить эскиз рационального складирования горной породы с рекультивационными мероприятиями.
4. Описать технологию тушения, понижения высоты отвала и террасирования и биологическую рекультивацию.

Пример решения:

1. Количество породы с 1 млн. т:

$$1000000 \cdot 30\% = 1000000 \cdot 0,3 = 300000 \text{ т.}$$

Количество тонн на закладку выработанного пространства:

$$300000 \cdot 20\% = 300000 \cdot 0,2 = 60000 \text{ т.}$$

Количество породы выдано на поверхность 240000 т.

Количество породы на покрытие дорог и засыпку рельефа:

$$240000 \cdot 10\% = 240000 \cdot 0,1 = 24000 \text{ т.}$$

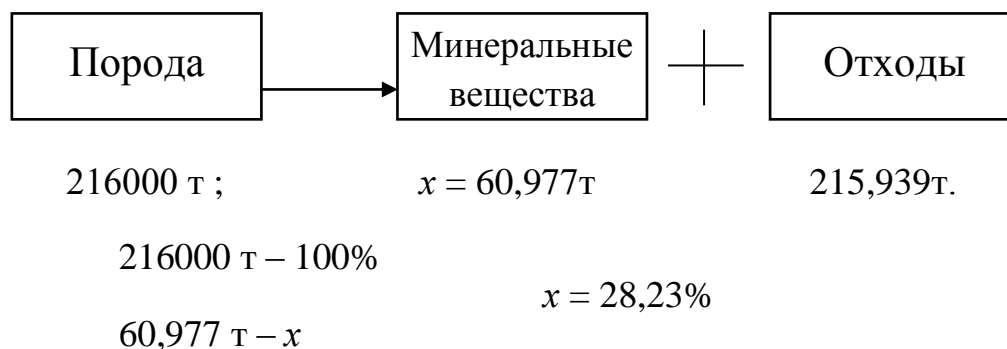
Количество отвальной породы:

$$300000 - 60000 - 24000 = 216000 \text{ т.}$$

2.	Углерод:	39 кг – 1 т $x \text{ кг} - 216000 \text{ т}$	$x = 8424 \text{ кг}$
	Азот:	6,15 кг – 1 т $x \text{ кг} - 216000 \text{ т}$	$x = 1328 \text{ кг}$
	Фосфор:	9,7 кг – 1 т $x \text{ кг} - 216000 \text{ т}$	$x = 2095 \text{ кг}$
	Калий	20,85 кг – 1 т $x \text{ кг} - 216000 \text{ т}$	$x = 4504 \text{ т}$
	Кальций:	8,1 кг – 1 т $x \text{ кг} - 216000 \text{ т}$	$x = 1750 \text{ т}$
	Алюминий:	198,5 кг – 1 т $x \text{ кг} - 216000 \text{ т}$	$x = 42876 \text{ т}$

3. Годовое поступление в отвал минеральных веществ:

$$8424 + 1328 + 2095 + 4504 + 1750 + 42876 = 60977 \text{ т.}$$



### **Содержание отчета:**

1. Тема, цель работы.
2. Краткие теоретические сведения
3. Выполнить задания 1-4
4. Выводы

### **Контрольные вопросы**

1. Как образуются породные отвалы?
2. Что рассчитывается методом материального баланса?
3. Опишите отвалообразование и складирование горных пород.
4. Опишите технологию тушения, понижения высоты отвала и террасирование.
5. Что такое биологическая рекультивация?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5. АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРОМЫШЛЕННЫМИ И СТОЧНЫМИ ВОДАМИ. НОРМИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ВОДОЕМАХ. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Работа выполняется 6 часов

**Цель работы:** изучить состояние водных ресурсов России, классификацию сточных вод и их влияние на состояние водной среды. Рассчитать объем сброса. Выбрать метод очистки промышленных сточных вод.

### **Теоретические сведения**

Среди проблем, обусловленных хозяйственной деятельностью человека, важное место занимает проблема чистой воды, состояние которой нарушают промышленные стоки различных отраслей промышленности, изменяющих физические, химические и биологические свойства природной воды.

Систематизация сведений о состоянии сточных вод, поступающих в водную среду (объемы сбросов сточных вод и приоритетные загрязнители природных вод по отраслям экономики); о действии механизмов загрязнения (механического, физического, химического, бактериального) и главных загрязнителей (нефти и нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ, металлов, биогенных элементов) позволяет определить основные подходы к оптимизации рационального водопользования.

Устойчивое развитие водных систем в условиях непрерывного сброса промышленных стоков связано с выполнением комплекса работ. Во-первых, с осуществлением экологического контроля и наблюдения за состоянием водных ресурсов. Во-вторых, с экологическим нормированием загрязнений в водоемах в зависимости от категории водопользования по величинам: ПДК химических веществ и соединений, сбросы ПДС, временно допустимые концентрации и сбросы ВСС. В-третьих, с использованием основных методов очистки



загрязненных сточных вод и с выбором оптимальной технологии очистки стоков в зависимости от состава загрязняющих веществ.

Контроль и управление качеством воды в водных объектах предусматривает решение следующих задач: определение требуемой степени очистки (обезвреживания, обеззараживания) сточных вод; определение требуемой степени разбавления сточных вод до неопасных концентраций в пунктах водопользования (при выборе места под строительство нового предприятия); прогнозирование качества воды на заданную перспективу.

Математические методы расчета позволяют оценить условия сброса сточных вод, объемы предельно допустимых сбросов, эколого-экономическую эффективность очистки сточных вод, очистительный потенциал водоема.

### ***Общие сведения о сточных водах***

Под загрязнением водных ресурсов понимают любые изменения физических, химических и биологических свойств воды в водоёмах, при которых наблюдается отклонение от нормы в сторону увеличения содержания нормируемых компонентов. Сбрасывание жидких, твёрдых и газообразных веществ делают воду водоёмов непригодной для использования, наносится ущерб экономике страны, здоровью и безопасности населения.

Ежегодный забор воды в России составляет около 3% общих водных запасов, при этом из них 2/3 объема сбрасывается назад в водные объекты в виде сточных вод. Из общего объема сброшенных в поверхностные водоемы вод (55 км<sup>3</sup>) загрязненные воды составляют 36%, нормативно-чистые – 59%, нормативно-очищенные – 5%. Крупными потребителями воды является промышленность (для добычи 1 тонны нефти расходуется 10 м<sup>3</sup> воды, на производство 1 тонны стали необходимо 250 м<sup>3</sup>, меди – 500 м<sup>3</sup>, целлюлозы – 1500 м<sup>3</sup>, азотных удобрений – 350...400 м<sup>3</sup>, пластмассы – 500...1000 м<sup>3</sup>, синтетического каучука и ткани 2000 м<sup>3</sup> воды, для работы теплоэлектростанции мощностью 1 млн кВт требуется 1,2...1,6 км<sup>3</sup> воды в год, для работы АЭС той же мощности – до 3 км<sup>3</sup>), населенные пункты (для функционирования города, численностью 1 млн человек требуется 0,5 млн км<sup>3</sup> воды в сутки или 180 млн км<sup>3</sup> в год, житель крупного города ежедневно расходует 200...500 л воды), сельское хозяйство (для получения 1 тонны пшеницы

требуется 1500 м<sup>3</sup>, хлопка – 10000м<sup>3</sup> воды). В России суммарный забор воды из природных объектов составляет 85 км<sup>3</sup> (2001 год), в том числе 79% из поверхностных источников. На нужды промышленности расходуется 59%, жилищно-коммунального хозяйства – 20%, сельского хозяйства – 20%, на прочие нужды – 1% воды [6,14]

Прогрессивно ухудшается состояние водных ресурсов России. Практически исчерпаны возможности безвозвратного водозабора в бассейнах рек Кубань, Дон, Терек, Урал, Исеть, Миасс и другие. Основные реки – Волга, Дон, Кубань, Обь, Енисей, Лена, Печора – оцениваются как загрязненные, их крупные притоки – Ока, Кама, Томь, Иртыш, Тобол, Миасс, Исеть, Тура, а также Урал – как сильно загрязненные.

Основными источниками загрязнения водоёмов являются недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов, отходы производства при разработке полезных ископаемых, сбросы водного и железнодорожного транспорта, смывы с полей части почвы, содержащей различные агрохимикаты. Загрязняющие вещества находятся в воде в молекулярном, ионном состоянии, в виде взвесей или образуют с водой коллоидные системы. Попадая в водоёмы, они приводят к качественным изменениям свойств воды. Они в основном проявляются в ухудшении физических свойств (в частности, появление неприятных запахов) и в изменении химического состава воды (в частности, появление в воде вредных веществ).

Состав сточных вод характеризуется перечнем содержащихся в нём загрязняющих веществ. Нормы качества воды устанавливаются в зависимости от вида водоема выпуска: рыбохозяйственное или питьевое назначение водоема. Показатели качества природных и сточных вод подразделяются на: органолептические, физические, химические и бактериологические.

**Органолептические** – показатели, определяющиеся с помощью органов чувств человека: запах, вкус, цветность, прозрачность, окраска и температура.

**Физические** – температура, мутность, концентрация, цветность.

**Химические** – активная реакция **pH**. Характеризует концентрацию ионов водорода, определяющих кислотные или щелочные свойства. При:

**pH<7 кислотная среда**

**pH>7 щелочная среда**

**Сухой остаток** указывает степень общей минерализации, т.е. содержание в воде нелетучих минеральных и органических веществ. При содержании сухого остатка до 1000 мг/л вода является пресной, свыше 1000 мг/л – минерализованной.

**(ХПК) мг/л** - химическое потребление кислорода - количество кислорода необходимого для химического окисления содержащихся в воде химических веществ. Чистая вода считается при ХПК -20мг/л.

**(БПК) мг/л** - биохимическая потребность в кислороде– количество кислорода, необходимое на аэробное биохимическое разложение биохимических веществ, содержащихся в воде за определённый отрезок времени (за 1,2,5,20 суток). Чистая вода считается при БПК - 5мг/л.

**Хлориды и сульфаты.** По требованию к составу воды водных объектов у пунктов хозяйственно-питьевого водопользования, минеральный состав по сухому остатку не должен превышать 1000 мг/л; в том числе хлоридов 350 и сульфатов 500 мг/л.

Количественный и качественный состав сточных вод разнообразен и зависит от отрасли промышленности, технологических процессов (таблица 5.1).

Таблица 5.1 - Приоритетные загрязнители природных вод по отраслям промышленности

Отрасль	Преобладающие загрязнения
Химическая, нефтехимическая	Фенолы, нефтепродукты, СПАВ, полициклические ароматические углеводороды, углеводы, взвеси
Нефтедобыча, нефтепереработка	Нефтепродукты, СПАВ, фенолы, аммонийный азот, сульфиды

Целлюлозно-бумажный комплекс, деревообработка	Органические вещества (лигнины, гваякол, пирокатехин, смолистые жирные вещества, фенол), аммонийный азот, взвешенные вещества, сульфаты
Машиностроение, металлообработка, металлургия	Металлы, взвешенные вещества, роданиды, аммонийный азот, нефтепродукты, смолы, фенолы, флотореагенты
Горнодобывающая, угольная	Флотореагенты, минеральные взвешенные вещества, фенол
Легкая, текстильная, пищевая	СПАВ, нефтепродукты, органические красители, органические вещества

Поступление загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы России, объемы сброса сточных вод по отраслям экономики представлены в таблицах 5.2 и 5.3.

Таблица 5.2 - Поступление загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы России в 1990 и 1999 гг.

Показатель	Ед. измерения	1990 год	1999 год
Объем сброса сточных вод – всего.	млрд м <sup>3</sup>	75,2	54,8
В составе сточных вод сброшено:			
1. Сульфатов	млн т	52,9	2,7
2. Хлоридов	млн т	55,0	7,0
3. Аммонийного азота	тыс. т	202,5	83,0
4. Нитратов	тыс. т	77,8	122,4
5. Фосфора общего	тыс. т	57,6	26,5
6. Фенола	т	264,6	60,6
7. Свинца	т	144,8	33,9
8. Пестицидов	т	16,1	0,4

Таблица 5.3 - Объемы сброса сточных вод в поверхностные водоемы  
по отраслям экономики России

Показатель	Ед. измерения	1990 год	1999 год
Объем сброса сточных вод – всего.	млрд м <sup>3</sup>	75,2	54,8
В составе сточных вод сброшено:			
1. Сульфатов	млн т	52,9	2,7
2. Хлоридов	млн т	55,0	7,0
3. Аммонийного азота	тыс. т	202,5	83,0
4. Нитратов	тыс. т	77,8	122,4
5. Фосфора общего	тыс. т	57,6	26,5
6. Фенола	т	264,6	60,6
7. Свинца	т	144,8	33,9
8. Пестицидов	т	16,1	0,4

### **Классификация сточных вод**

Сточные воды подразделяются на производственные, бытовые, включая хозяйственно-фекальные и атмосферные или ливневые. Классификация сточных вод приведена на рисунке 5.1.

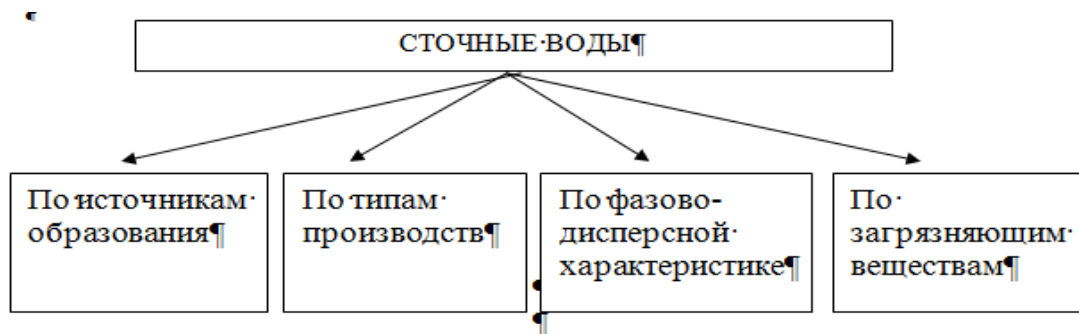


Рисунок 5.1 Классификация сточных вод

Стоки содержат следующие загрязнения:

1. Механические - повышенное содержание механических примесей (песок, шлам, ил и др.), они могут значительно ухудшать органолептические показатели природных вод.

2. Химические – являются наиболее распространенным загрязнением - наличие в воде органических (фенолы, нафтеновые кислоты, пестициды и др.) и неорганических (соли, кислоты, щелочи) веществ токсичного (мышьяк, соединения ртути, диоксины и др.) и нетоксичного действия. При осаждении на дно водоемов или при фильтрации в пласте вредные химические вещества сорбируются частицами пород, окисляются и восстанавливаются, выпадают в осадок, накапливаются в водных организмах и т.д., однако полного самоочищения загрязненных вод не происходит. Очаг химического загрязнения подземных вод в сильно проницаемых грунтах может распространяться до 10 км и более.

3. Бактериальные и биологические - наличие в воде разнообразных патогенных микроорганизмов, грибов и мелких водорослей (до 700 видов).

4. Радиоактивное - присутствие радиоактивных веществ. Очень опасны даже малые концентрации радиоактивных веществ в воде. Наиболее вредными являются долгоживущие радиоактивные изотопы, обладающие повышенной способностью к передвижению в воде (стронций-90, уран, радий-226, цезий и др.).

5. Тепловое - выпуск в водоёмы подогретых вод с тепловых и атомных электростанций. При повышении температуры природной воды происходит изменение ее газового и химического состава. Это способствует размножению анаэробных бактерий, росту гидробионтов и выделению ядовитых газов (сероводород, метан). Вода зацветает. Тепловая нагрузка на водоем не должна превышать 12-17 кДж/м<sup>3</sup>, температура в водоеме не должна повышаться более чем на 3°С летом и 5°С зимой.

Производственные сточные воды в зависимости от наличия загрязняющих веществ делятся на содержащие загрязняющие вещества и условно чистые.

По фазово-дисперсной характеристике сточные воды подразделяются на четыре группы. К первой группе относятся растворимые примеси размером 10<sup>-5</sup>...10<sup>-4</sup> м, ко второй группе - коллоидные растворы (системы), к третьей группе - растворенные газы и органические вещества, к четвертой группе - вещества, диссоциирующие на ионы.

По загрязняющим веществам сточные воды промышленных предприятий делятся на две группы: содержащие неорганические примеси, в том числе и

токсичные, и содержащие яды. К первой группе относятся сточные воды содовых, сульфатных заводов, обогатительные фабрики свинцовых, цинковых, никелевых руд, в которых содержатся неорганические примеси (кислоты, щелочи, ионы тяжелых металлов и др.). Сточные воды этой группы в основном изменяют физические свойства воды. Ко второй группе относятся сточные воды нефтеперерабатывающих, нефтехимических заводов, предприятий органического синтеза, коксохимии. В стоках содержатся ядовитые вещества (нефтепродукты, аммиак, альдегиды, смолы, фенолы и др.). Вредное действие сточных вод этой группы заключается главным образом в окислительных процессах, в результате которых уменьшается содержание кислорода в воде, увеличивается биохимическая потребность в нем, ухудшаются органолептические показатели [6,9].

### ***Сточные воды нефтегазовой и химической отраслей***

Сточные воды предприятий нефтегазовой отрасли по условиям образования подразделяются на хозяйственно-бытовые, ливневые (дождевые), попутные пластовые (подтоварные) воды, рассолы от размыва технической водой подземных емкостей (полостей), созданные в толще каменной соли (строительные рассолы).

Для отдельных предприятий нефтегазовой отрасли характерны малые (50 м<sup>3</sup>/сут или 15...20 тыс.м<sup>3</sup>/год) и средние (50...300 м<sup>3</sup>/сут или 20...100 тыс.м<sup>3</sup>/год) объемы сточных вод. Для крупных нефтегазовых комплексов с большим числом предприятий характерны большие суммарные объемы сточных вод (1000...4000 м<sup>3</sup>/сут или 365...1500 тыс.м<sup>3</sup>/год и более).

Спецификой нефтегазовых предприятий является наличие несбалансированных сточных вод, которые образуются в результате отделения высокоминерализованных пластовых вод от добываемой пластовой смеси, что значительно увеличивает объемы водоотведения добывающих и транспортных предприятий. По минерализации сточные воды подразделяются на солоноватые (плотный остаток 1...6 г/л), соленые (6...150 г/л), рассольные (150...250 г/л), по солевому составу на жесткие (хлоркальциево-магниевые) и щелочные (гидрокарбонатно-натриевые).

Производственные загрязненные сточные воды представляют собой конденсационно-пластовые сточные воды, выделяющиеся в первичных сепараторах предприятий добычи и транспорта нефти и газа; подтоварные воды из резервуарных парков; рефлюксные воды с установок регенерации раствора гликоля; кубовые жидкости колонн регенерации метанола; технические воды, образующиеся после промывки оборудования; сточные воды с установок водоподготовки; сточные воды продувок котлов и систем обратного водоснабжения; воды от прямоточных схем охлаждения различного оборудования; воды от вспомогательного производства (гараж, мастерские).

На добывающих предприятиях большую часть составляют минерализованные сточные воды (пластовые), на транспортных предприятиях – хозяйственно-бытовые сточные воды, на перерабатывающих предприятиях – воды от систем охлаждения оборудования.

Состав производственных сточных вод зависит от природного состава пластовых вод (они содержат нефть, песок, глину, двухвалентное железо, сероводород, углекислый газ) и применяемых при добыче, подготовке и переработке нефти и газа реагентов.

На территории предприятий в пределах обвалования скапливается атмосферная влага, выпавшая в виде дождя и снега, ливневые стоки поступают в заводскую канализацию. Производственные сточные воды поступают от технологических площадок, насосных станций, котельных, лабораторий, гаражей, установок пропарки бочек, цистерн, потери (утечки) загрязненной воды и нефтепродуктов из технологического оборудования.

На нефтебазах, магистральных перекачивающих станциях в составе сточных вод в промышленную канализацию сбрасывается значительное количество нефти и нефтепродуктов (400...1500 мг/л) и механических примесей (100...600 мг/л). Дождевые воды, стекающие с загрязненных нефтью площадок резервуарных парков или сливно-наливных пунктов, содержат 40...100 мг/л эмульгированной нефти и 300...3000 мг/л механических примесей (взвешенных частиц).



Нефтеналивные суда, танкеры очищаются промывочной водой, заполняются балластной водой. Сегодня в мире более 3000 танкеров заняты перевозкой нефтепродуктов. В 2000 г объем танкерных перевозок сырой нефти и нефтепродуктов водным путем достиг 1 млрд т/год. Аварии во время перевозок нефти сильно загрязняют водную среду. При перевозках нефти в морях и океанах, а также в портах теряется около 2 млн т/год.

Активное освоение нефтяных месторождений шельфа (прибрежно-морской зоны) связано с сильным загрязнением морской воды нефтью. Всего в мире пробурено 65000 морских скважин преимущественно на шельфе. Потери при разработке нефти на шельфе составляют 0,1 млн т/год.

На предприятиях газовой промышленности основными загрязнителями природных вод являются производственные, бытовые и ливневые сточные воды. Экологически опасными являются сильнозагрязненные стоки сероочистки и осушки газа, содержащие амины, гликоли, сероводород.

Сточные воды нефтехимии содержат хлориды, сульфаты, взвешенные вещества, азот общий, азот аммонийный, нитраты, нитриты, фосфор общий, цианиды, роданиды, кадмий, кобальт, марганец, медь, никель, ртуть, свинец, хром, цинк, сероводород, сероуглерод, спирты, бензол, формальдегид, фурфурол, фенолы, СПАВ, карбамид, пестициды и другие соединения. Многочисленные накопители предприятий отрасли остаются источниками загрязнения подземных вод кадмием, никелем, цинком, свинцом, метанолом, фенолом, аммонием на площадях в десятки квадратных километров.

Четкая классификация промышленных стоков нефтепереработки и нефтехимии затруднена из-за разнообразия загрязнения. На химических предприятиях стоки одинаковых цехов отличаются по составу. В соответствии с одной из классификаций выделяют две основные группы сточных вод: содержащие органические вещества и содержащие неорганические примеси.

Первая группа представлена сточными водами нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов, предприятий органического синтеза и синтетического каучука, коксохимии, газосланцевых предприятий и др., которые загрязнены нефтью, нефтепродуктами, нафтеновыми кислотами, углеводородами, спиртами,

альдегидами, кетонами, поверхностно-активными веществами, фенолами, смолами, аммиаком, меркаптанами, сероводородом и другими.

Вторая группа представлена сточными водами содовых, сернокислотных, азотнотуковых заводов, обогатительных фабрик свинцовых, цинковых, никелевых руд, шахт, рудников, катализаторных фабрик и др., которые содержат кислоты, щелочи, соли, сернистые соединения, ионы тяжелых металлов, взвешенные минеральные вещества и другие.

Для нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности характерны сточные воды обеих групп.

Нефть и нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных загрязняющих веществ природных вод. Кроме углеводородов в нефти содержатся кислород-, серо-, азотсодержащие соединения, а также свыше 20 различных элементов: ванадий, никель, кальций, магний, железо, алюминий, кремний, натрий и др. Малосернистые нефти содержат до 0,5% серы, высокосернистые – свыше 2%. Содержание азота и кислорода колеблется от десятых долей до 1,2...1,8%.

В среднем 1 м<sup>3</sup> недостаточно очищенных сточных вод промышленного производства делает не пригодным к использованию 10...50 м<sup>3</sup> воды поверхностных источников. Поэтому, когда в середине 90-х годов общий объем сточных вод, сбрасываемых главным образом в реки и озера, приблизился к уровню 2 тыс. км<sup>3</sup>, а глобальные ресурсы пресной воды составляют 41 тыс. км<sup>3</sup>, то экологи забили тревогу: так как для разбавления сточных вод до приемлемого к их вторичному употреблению уровня на единицу объема требуется от 10 до 100 (иногда до 200) единиц чистой воды.

### ***Влияние сточных вод на состояние водной среды***

Природная вода содержит в себе растворенные полярные и ионные соединения, представляет собой сложную многокомпонентную систему из минеральных веществ, крупнодисперсных и коллоидных частиц, микроорганизмов. Присутствующие в воде примеси подразделяются на четыре группы по классификации Л.А.Кульского (таблица 5.4).

Таблица 5.4 - Классификация присутствующих в воде веществ

<i>Группа</i>	Размер частиц, мм	Характеристика примесей	Влияние на свойства воды
<i>Гетерогенные системы</i>			
1. Взвеси	$\geq 10^{-1}$	Суспензии, эмульсии, микроорганизмы	Обуславливает мутность воды
2. Коллоидные растворы	$10^{-1} \dots 10^{-2}$	Коллоиды, высокомолекулярные соединения, вирусы.	Обуславливают цветность и окисляемость воды
<i>Гомогенные системы</i>			
3. Молекулярные растворы	$10^{-2} \dots 10^{-3}$	Газы, растворимые органические соединения	Придают воде запах и привкус
4. Ионные растворы	$< 10^{-3}$	Соли, основания, кислоты	Обуславливают минерализованность, жесткость, щелочность или кислотность воды

Микрокомпонентами природных вод являются редкие и рудные соединения бора, лития, рубидия, меди, цинка, висмута, бериллия, вольфрама, урана, брома, йода и др. Основные газы, содержащиеся в природной воде, - кислород, углекислый газ, азот – характерны как для поверхностных, так и для глубинных условий; метан, угарный газ, водород более типичны для подземных вод и вод вулканически активных областей. Растворенные в воде компоненты находятся в равновесии, образуя комплексы различного состава.

Загрязняющие вещества, поступающие в водоемы и нарушающие их работу, подразделяются на минеральные, органические, бактериальные.

### ***Влияние нефти и нефтепродуктов на состояние водной среды***

Нефть представляет собой сложную смесь углеводородов и их производных, каждое из этих соединений может рассматриваться как самостоятельный токсикант. В ее составе обнаруживаются свыше 1000 индивидуальных органических веществ, содержащих 83...87% углерода, 12...14% водорода, 0,5...6,0% серы, 0,02...1,7% азота и 0,005...3,6% кислорода, и

незначительная примесь минеральных соединений, зольность нефти не превышает 0,1%. В состав нефти входят следующие группы углеводородов: алифатические (метановые), циклические насыщенные (нафтеновые), циклические ненасыщенные (ароматические). Имеются смешанные (гибридные) углеводороды: метано-нафтеновые, нафтенново-ароматические.

Нефть и нефтепродукты, попадая в водоем, мигрируют в пленочной, эмульгированной и растворенной формах, а также в виде нефтяных агрегатов. Нефть на воде образует поверхностную пленку (1 тонна нефти способна образовать сплошную пленку площадью 2,6 км<sup>2</sup>, 1 кг нефти может распределиться на 1 га, а одна капля – соответственно 0,25 м<sup>2</sup>, то есть нефть разливается по поверхности воды тонким, зачастую мономолекулярным слоем), которая подвергается множеству физических, химических, биохимических, и механических процессов (испарение, эмульгирование, растворение, окисление, биодegradация, седиментация, повторное всплытие на поверхность или выброс на берег). Самоочищающиеся природные процессы в водоеме связаны с распадом, трансформацией и утилизацией загрязняющих веществ, им способствуют температурные условия, ветер, волны, течение, наличие осадков, солнечная радиация.

Процессы разложения нефти в воде протекают медленно. Для полного окисления нефти в аэробных условиях требуется 100...150 дней, в анаэробных – еще больше. Для разложения нефти требуется много кислорода. Для полного окисления 1 л нефти в летних условиях необходимо столько кислорода, сколько его содержится в 400 тыс. л воды (в условиях летних температур в 1 л речной воды содержится 7...8 мг кислорода, в зимний период – 4 мг/л и менее).

Ультрафиолетовое излучение Солнца существенно ускоряет деструкцию компонентов нефти, но при этом образуются продукты распада, как правило, сильно токсичные для гидробионтов.

Токсичность нефти в водной среде проявляется при концентрации более 1 мг/м<sup>3</sup>. Все компоненты нефти токсичны для водных организмов, парафины и ароматика оказывают негативное воздействие на личинки рыб, первые двое суток повышается их активность, на третьи сутки они опускаются на дно, гибнут.

Непредельные углеводороды губят икру, из уцелевших икринок выводится изуродованное потомство. Среди углеводородов наиболее токсичными и быстродействующими являются низкокипящие ароматические углеводороды – бензол, толуол, ксилол и др. Даже при малых концентрациях они оказывают медленное отравляющее действие на низшие формы жизни в водоемах. Нефть содержит канцерогенные вещества (например, полициклические соединения), которые вызывают опухоли и мутацию у рыб. Накопление нефти происходит в цепи питания простейших и высокоорганизованных животных.

### ***Влияние металлов на состояние водной среды***

Несмотря на то, что металлы попадают в водную среду в незначительных количествах, они представляют для нее опасность, концентрируются в поверхностной пленке, осадке и биоте.

Микроорганизмы способны накапливать металлы: планктон способен концентрировать свинец в 12000 раз, кобальт – в 16000 раз, медь – в 90000 раз, морские гребешки способны концентрировать медь в 3000 раз, кадмий – в 2 млн раз, устрицы способны концентрировать медь в 14000 раз, кадмий – в 300000 раз больше по сравнению с фоновым содержанием. Концентрация металлов в донных осадках на несколько порядков выше, чем в воде. Значение коэффициента обогащения колеблется от нескольких десятков до нескольких тысяч. По пищевым цепям металлы передаются высшим животным и человеку.

Для поверхностной пленки (размеры 100...150 мкм) коэффициенты обогащения значительно меньше: для соединений никеля – 50, меди – 36, железа – 29, свинца – 5,8.

Большинство металлов в водной среде обладают высокой реакционной способностью, принимают участие в образовании химических комплексов. Ионы кадмия и цинка создают ассоциаты с ионами хлора, ионы свинца и меди – с гидроксильной группой. Токсические характеристики металлов зависят от типа химического комплекса, в который они входят, от физико-химических параметров водной среды (содержания растворенного кислорода, уровня закисления воды и

др.). Например, в обедненной кислородом воде цинк, свинец, медь и одноатомные фенолы проявляют повышенную токсичность к рыбам, рыбы стремятся покинуть районы загрязнения металлами.

Неорганические соединения свинца, попавшие с водой в организм человека, вызывают хроническое заболевание мозга и умственную отсталость, свинец замещает кальций в костных тканях организма.

Ртуть в водной среде взаимодействует с органическими веществами, переходит в высокотоксичные формы (метилртуть и диметилртуть). Метилртуть внедряется в живые организмы, мигрирует по пищевым цепям. Предельный уровень безопасности по ртути в рыбе составляет  $0,5 \cdot 10^{-4} \%$ . Придонные виды рыб содержат ртути в 2 раза больше, чем мигрирующие. Поглощенная животными и человеком метилртуть разрушает мозжечок и кору головного мозга, вызывает состояние оцепенения, потерю ориентировки в пространстве, частичную потерю зрения, то есть вызывает тяжелое психопаралитическое заболевание.

Кадмий накапливается в печени рыб, в организме человека локализуется, преимущественно в почках, вызывает специфическое заболевание костной ткани, которое выражено в чрезмерной хрупкости и ломкости костей. Кадмий обладает канцерогенными свойствами. Кадмий поступает в водную среду со стоками гальванических цехов, с удобрениями, с атмосферными осадками, в которые он попадает при сжигании пластмассового мусора.

### ***Накопление в водной среде биогенных элементов. Антропогенное эвтрофирование***

Эвтрофирование вод – это повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под воздействием антропогенных или естественных факторов.

Эвтрофированию подвержены поверхностные и подземные воды. Наиболее быстро процесс антропогенного эвтрофирования развивается в водоемах, площади водосборов которых осваиваются сельскохозяйственным

производством. Факторы интенсификации растениеводства и животноводства (механизация, мелиорация, химизация, промышленное производство) стали ускорителями процесса.

К элементам, необходимым для жизнедеятельности организмов (биогенные или биофильные), относятся азот, фосфор, калий, кальций, натрий, сера, магний и др. Биогены участвуют в различных геохимических и биохимических циклах, поступают в водные объекты. Фосфор, азот, калий становятся в них лимитирующими, то есть приобретают ограничивающие свойства. Главным источником поступления биогенных элементов в поверхностные воды являются удобрения. Эвтрофирование воды обусловлено поступлением в нее азота и фосфора.

Наиболее распространенным видом азотных удобрений являются селитры (нитраты аммония, щелочных и щелочно-земельных металлов), а также соли аммония, жидкий аммиак. Азотные удобрения обогащают воду нитрат-ионами  $\text{NO}_3^-$  и нитрит-ионами  $\text{NO}_2^-$ . Избыточное содержание нитрит-ионов в водной среде токсично для многих водных организмов. Избыток нитрат-ионов представляет опасность для здоровья человека, стимулирует бурный рост водорослей, особенно синезеленых.

Фосфор попадает в воду при использовании фосфоросодержащих моющих средств и при смыве минеральных удобрений с полей (суперфосфата  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , а также перципитата  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). До 80% поступающего в воду фосфора уходит в осадок.

Изменение состояния вод обусловлено не только внешним поступлением биогенных элементов (сбросы промышленности, коммунально-бытовые и животноводческие стоки, ливневые стоки селитебных территорий), но и внутренними процессами, вызванными изменением экологического равновесия в водной среде. Происходит накопление автотрофных гидробионтов, в результате которого в водоеме продуцируется в десятки и сотни раз больше органического вещества, чем попадает вследствие хозяйственной деятельности. К антропогенному поступлению биогенов в дальнейшем подключаются внутренние

биологические процессы, ведущие к интенсивному накоплению органических веществ в воде, то есть к самозагрязнению.

Эвтрофированию способствует зарегулирование рек каскадами ГЭС и водохранилищ, рекреационные зоны, судоходство.

При высокой численности фитопланктона вода становится мутной, а ее цвет темно-зеленым (цветение воды становится вероятным, когда содержание минерального азота превышает 0,3...0,5 мг/л, минерального фосфора – 0,01...0,03 мг/л), изменяется состав фитопланктона начинают преобладать сине-зеленые водоросли – 90...95% от общей численности. В результате поглощается практически весь солнечный свет, бентосные растения могут развиваться только на мелководье, когда часть их выступает над поверхностью воды. При этом глубоководные части водоемов лишаются поступления растворенного кислорода. Некоторые из водорослей придают воде неприятный запах и вкус, могут выделять токсичные вещества. Фитопланктон поглощает биогены из воды, в процессе фотосинтеза выделяется кислород, им пересыщается верхний слой воды, он улетучивается с ее поверхности в атмосферу.

Следующим процессом нарушения равновесия в водоеме является отмирание фитопланктона, ведущее к накоплению на глубине огромного количества детрита (мертвого органического вещества, на дне водоемов скапливаются сотни тонн разлагающихся остатков). Он служит источником питания и энергии для редуцентов. Питающиеся детритом микроорганизмы и другие обитатели водоема потребляют в процессе дыхания кислород, сокращая его до критического содержания в воде, что проявляется как замор обитающих на глубине рыб и водных организмов. Бактерии в таких условиях выживают, продолжают разлагать детрит на биогенные составляющие за счет анаэробного брожения. Конвекционные потоки возвращают биогены к поверхности, обеспечивают постоянный внутренний источник питания фитопланктона.

Наблюдается интенсивное зарастание прибрежных мелководий высшей водной растительностью, изменяется динамика воды: уменьшается скорость береговых течений, гасятся волны, увеличивается седиментация, нарушается водообмен. Органические остатки на мелководье могут подвергаться процессам



гниения и брожения, выделяют дурнопахнущие продукты разложения. Использование воды эвтрофированных водоемов для хозяйственно-питьевых целей приводит к вспышке желудочно-кишечных заболеваний, потому что в водной среде создаются благоприятные условия для размножения болезнетворных микроорганизмов. Эвтрофирование ведет к вторичному загрязнению воды, нарушает все виды водопользования. Водоросли засоряют фильтры, водоприемные устройства, трубопроводы. При разложении водорослей в воде увеличивается концентрация свободной углекислоты, аммиака, сероводорода, восстановленных соединений железа, марганца и других веществ. Это резко ухудшает качество питьевой воды, иногда делает ее токсичной. В водопроводной сети выпадает осадок гидроксида железа. Увеличивается агрессивность относительно бетона, разрушаются материалы, применяемые в гидростроительстве.

### **Нормирование загрязнений в водоемах**

Нормирование качества воды проводят в соответствии с «Санитарными нормами и правилами охраны поверхностных вод от загрязнения» (1988 год) природных вод связано с сохранением воды как природного ресурса, потребляемого человеком, и с сохранением водных систем как важнейших регуляторов условий существования жизни на планете.

Ослабление процесса нарастающего эвтрофирования происходит при резком сокращении поступления биогенов извне и снижении температуры.

Санитарное состояние водоема отвечает требованиям норм при выполнении соотношения:

$$\sum_{I=0}^{5(3)} \frac{C_m^i}{\text{ПДК}_I} \leq 1 \quad (5.1),$$

где  $C_m^i$  – концентрация  $i$ -го вещества с лимитирующими показателями вредности (ЛПВ) в расчетном створе водоема, мг/л,

$\text{ПДК}_I$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го вещества, мг/л.

Для водоемов питьевого и культурно-бытового назначения проверяют выполнение трех, а для водоемов рыбохозяйственного назначения пяти неравенств. При этом каждое вещество можно учитывать только в одном неравенстве. "Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения" запрещают:

1. сбрасывать в водоемы сточные воды, если этого можно избежать (используя рациональную технологию, безводные процессы и системы повторного и оборонного водоснабжения);
2. если сточные воды содержат ценные отходы, которые можно утилизировать;
3. если сточные воды содержат сырье, реагенты и продукцию предприятий в количествах, превышающих технологические потери;
4. если сточные воды содержат вещества, для которых не установлены ПДК.

Форма отчётности форма 2тп-водхоз предназначена для учёта распределения воды по предприятию, в т.ч. забранной, полученной от других предприятий, использованной, переданной и утраченной. В характеристике водоотведения отражается количество и качество отведенной воды, в т.ч. сброшенной в поверхностные водные объекты. В форме приводятся оценки воздействий на приёмники сточных вод по таким характеристикам как БПКполн., температура  $C^{\circ}$ , минерализация, ХПК, рН, токсичность, а также масса нормированных веществ, поступающих в водные объекты. Отчётность составляется по состоянию за каждый прошедший квартал и год.

Подзаголовком таблицы делается надпись « По состоянию на ....20....год» Форма заполняется экологической службой предприятия, утверждает главным инженером предприятия и согласовывается с областным отделом охраны природы

Действующие нормативы качества природных вод ориентированы главным образом на интересы здоровья человека и рыбного хозяйства и практически не обеспечивают экологическую безопасность водных экосистем.

**Выделяют три категории водопользования:** хозяйственно-питьевое, культурно-бытовое, водоемы рыбохозяйственные.

Для предотвращения отрицательного воздействия сточных вод на водоемы необходимо знать предельные уровни, при которых возможны нормальная жизнедеятельность и функционирование организмов в водоеме, существование водных экосистем. Основными величинами экологического нормирования вредного воздействия на водную среду являются предельно допустимые концентрации (ПДК, ПДК р.х.) химических веществ и соединений, предельно допустимые уровни (ПДУ) физического воздействия, предельно допустимые сбросы (ПДС), временно допустимые концентрации (ВДК), предельно допустимые нагрузки (ПДН).

Нормативы ПДК и ПДУ относятся к санитарно-гигиеническим, ПДС – к производственно-хозяйственным, ПДН – к комплексным показателям качества окружающей природной среды.

Существует два вида ПДК загрязняющих веществ в воде водоема. Первый связан с прямым или косвенным вредным воздействием на организм человека (ПДК). Второй – с допустимой концентрацией загрязняющих веществ в воде водоемов, используемых для рыбохозяйственных целей (ПДК р.х.).

ПДК – это такое содержание вредного вещества в окружающей среде, которое при постоянном контакте за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства. Под ПДК вредного вещества в природных водах подразумевается концентрация индивидуального вещества в воде, при превышении которой она непригодна для установленного вида водопользования (измеряется в мг/л). То есть ПДК примесей в воде водного объекта (реке, озере, море, подземных водах) – это такой санитарно-гигиенический нормативный показатель, который исключает неблагоприятное влияние на организм человека и возможность ограничения или нарушения нормальных условий хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и других видов водопользования.

При определении ПДК учитывается воздействие загрязняющего вещества на здоровье человека, состояние биоты и природного сообщества в целом.

Вредные вещества могут отрицательно влиять на молекулярном уровне, воздействуя на все основные структурно-функциональные системы клетки –

генетические, мембранные, ферментные, в клетке под действием ферментов некоторые вредные вещества превращаются в более токсичные, мутагенные и канцерогенные соединения; на онтогенетическом – организменном уровне (вредные вещества могут вызывать уродство плода, зародыша, отравляют эмбрионы и зародыши); на популяционно-видовом уровне (падение видового разнообразия, снижение численности, уменьшение ареалов и мест обитания); на биогеоценотическом – биосферном уровне (нарушение работы глобальных и возможная гибель локальных экосистем).

ПДК загрязняющих веществ устанавливаются в законодательном порядке или рекомендуются компетентными учреждениями. ПДК не остаются постоянными, их периодически пересматривают и уточняют.

Методологические принципы разработки санитарно-гигиенических нормативов (ПДК) для воды водоемов учитывают общесанитарный, органолептический и токсикологический признаки вредности веществ. Это связано с тем, что вещества могут нарушить разные качества водного ресурса.

Во-первых, некоторые химические вещества могут тормозить естественные процессы самоочищения водоема, в результате ухудшается его общесанитарное состояние (недостаток кислорода, гниение, появление сероводорода, метана и др.). В этом случае устанавливают ПДК по общесанитарному признаку вредности.

Во-вторых, вредные вещества промышленных стоков могут изменять органолептические свойства воды (прозрачность, запах, привкус, температуру), в результате потребитель отказывается от ее использования. В этом случае устанавливают ПДК по органолептическому признаку вредности, он является более жестким, чем ПДК, установленные по другим признакам вредности.

В-третьих, вредные вещества могут оказывать токсическое действие при непосредственном контакте или при попадании внутрь организма. В этом случае устанавливают ПДК по токсикологическому признаку вредности.

Получается, что одно и то же вещество может иметь разные ПДК в зависимости от перечисленных признаков вредности. Например, ионы меди проявляют токсическое действие при концентрации 10 мг/л, нарушают процессы

самоочищения в водоеме при концентрации 5 мг/л, придают привкус воде при концентрации 1,0 мг/л.

При нормировании качества воды водоемов ПДК устанавливается по лимитирующему признаку вредности (ЛПВ). ЛПВ – признак вредного действия вещества, который характеризуется наименьшей пороговой концентрацией. ЛПВ создает некоторый запас надежности. Например, в качестве ПДК меди для водоема принимается концентрация, равная 1,0 мг/л, то есть выбранная по органолептическому ЛПВ. В перечне ПДК (СанПиН 4630-88) всегда указываются ЛПВ и класс опасности вещества (от чрезвычайно опасных (1 класс) до малоопасных (4 класс)). Кроме того, по одному и тому же веществу водоема могут быть разные ЛПВ в зависимости от целей (категории) использования воды. Например, медь для воды хозяйственно-питьевого назначения нормируется по органолептическому ЛПВ – 1,0 мг/л, для рыбохозяйственного назначения – по токсикологическому – 0,01 мг/л.

В соответствии с СанПиН 2.1.4.559-96 для первых двух категорий водопользования определяющими являются санитарно-гигиенические нормы (таблица 5.5).

Таблица 5.5 - Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов

Показатели	Виды водопользования		
	хозяйственно-питьевое	культурно-бытовое	рыбохозяйственное
Взвешенные вещества	Содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться более чем на		
	0,25 мг/л	0,75 мг/л	0,25...0,75 мг/л
Плавающие примеси	На водной поверхности не должно быть пленок нефтепродуктов, пятен минеральных масел и скоплений других примесей		
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике воды		Вода не должна иметь окраски
	20 см	10 см	
Запахи, привкусы	Интенсивность более 2 баллов не допускается		Не придавать посторонних привкусов и запахов тканям рыбы

Температура	Летняя температура в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой самого жаркого месяца		Не повышаться более 5°С в местах обитания холоднолюбивых рыб и более 8 °С в остальных случаях (по сравнению с природным уровнем)
рН	Не должен выходить за пределы 6,5-8,5		
Минерализация воды	Не превышать по плотному остатку 1000 мг/л	Нормируется по показателям «привкусы»	Нормируется согласно таксации рыбохозяйственных водоемов
Растворенный кислород	В любой период года не ниже 4 мг/л в пробе, отобранной до 12 часов дня		В подледный период не ниже 6,0...4,0 мг/л
БПК <sub>полн</sub>	При температуре 20 °С не должно превышать		
	3,0 мг/л	6,0 мг/л	3,0 мг/л
ХПК	Не более 15,0 мг/л	30,0 мг/л	-
Химические вещества	Не превышать ПДК, установленных СанПиН 4630-88		Не превышать ПДК и ОБУВ вредных веществ рыбохозяйственных водоемов
Возбудители заболеваний	Отсутствие		

Санитарными нормами установлены ПДК около 2000 вредных веществ в водоёмах питьевого и культурно-бытового назначения, а также 952 вредных веществ в водоёмах рыбохозяйственного назначения (значения ПДК для некоторых вредных веществ и нефтепродуктов в природных водах приведены в таблицах 5.5...5.6).

Таблица 5.6 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, мг/л

Вещество	ПДК	Вещество	ПДК
<b>ЛПВ по санитарно-токсикологическому показателю</b>			
Алюминий	0,5	Нитраты (по NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	45,0
Аммиак (по азоту)	2,0	Нитраты (по NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	3,3

Анилин	0,1	Полиэтиленамин	0,1
Бензол	0,5	Тиоцианаты	0,1
Бром	0,2	Ртуть	0,0005
Гексахлорбензол	0,05	Свинец	0,03
Диметиламин	0,1	Тетраэтилсвинец	отсутствие
Дифторхлорметан (фреон)	10,0	Формальдегид	0,05
Кадмий	0,001	Фосфор элементный	0,0001
Метанол	3,0	Этиленгликоль	1,0
Полиакриламид	2,0	Хлорбензол	0,02
ЛПВ по общесанитарному показателю			
Ацетон	2,2	Метилпирролидон	0,5
Бутилацетат	0,1	Мочевина	1,0
Дибутилфталат	0,2	Стрептоцид	0,5
Капролактан	1,0	Сульфиды	Отсутствие
Бензойная кислота	0,6	Тринитротолуол	0,5
Кислоты жирные синтетические C <sub>5</sub> ...C <sub>20</sub>	0,1	Уксусная кислота	1,2
ЛПВ по органолептическому показателю			
Алюминия оксихлорид	1,5	Железо	0,3
Бензин	0,1	Изопрен	0,005
Бутиловый спирт	1,0	Карбофос	0,05
Гексахлоран	0,02	Керосин окисленный	0,01
Диметилфенол	0,25	Керосин технический	0,001
Динитробензол	0,5	Медь	1,0
Динитрохлорбензол	0,5	Нафталин	0,01
Дихлорметан	7,5	Нефть многосернистая	0,1
Диэтиловый эфир	0,3	Нефть прочая	0,3
Сероуглерод	1	Этилен	0,5

Значения ПДКр.х. вредных веществ в водоёмах рыбохозяйственного назначения, как правило, меньше, чем в водоёмах питьевого и культурно-бытового назначения (рыбохозяйственные ПДКр.х. для ряда синтетических моющих веществ в 3 раза ниже санитарных норм, нефтепродуктов - в 6 раз, тяжелых металлов (цинка) – в 100 раз). Это ужесточение связано с тем, что вредные вещества накапливаются в водных организмах и передаются по пищевым цепям. Также нельзя забывать, что некоторые вещества оказывают неблагоприятное воздействие на организм людей только при попадании внутрь, другие опасны, кроме того, и при контактном воздействии.

Если водоем используется для нескольких видов водопользования, то в качестве ПДК выбирается самая низкая, то есть самая жесткая предельно допустимая концентрация вещества. В случае сброса в водоем нескольких загрязняющих веществ сумма отношений концентрации вещества к их ПДК не должна превышать единицы:

### ***Методы очистки сточных вод***

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, имеются сырье (сточные воды) и готовая продукция (очищенная вода).

Методы очистки сточных вод подразделяются на механические, химические, физико-химические, биологические, комбинированные, когда они применяются вместе (рисунок 5.1). Очищенные сточные воды обеззараживают образующийся на всех стадиях очистки осадок, или избыточная биомасса поступает на сооружения по обработке осадка. Очищенные сточные воды направляют в оборотные системы водообеспечения или сбрасывают в водоем. Обработанный осадок утилизируют, уничтожают или складировать.

Сущность механического метода очистки состоит в том, что из сточных вод в результате отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Этот метод применяют для выделения нерастворимых минеральных и органических примесей – взвешенных частиц размером более 5...10 мкм. Для удаления более легких частиц необходимо их предварительное укрупнение. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решетками, ситами, песколовками, аповерхностные загрязнения.

Необходимая степень очистки сточных вод при их сбросе определяется состоянием водоема, возможной степенью их разбавления в зависимости от предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих ингредиентов. При выпуске сточных вод должно соблюдаться условие

(5.2)

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



которое учитывает концентрации поступающих различных веществ ( $C_1, C^2, \dots, C_n$ ) с одинаковыми лимитирующими показателями вредности, а также вредные вещества расположенных выше выпусков.

где  $C_i$  – концентрация отдельного вещества; ПДК $_i$  – предельно допустимая концентрация сброшенного вещества.

Предельно допустимый сброс (ПДС) – это максимальное количество загрязняющих веществ, которые в единицу времени могут быть сброшены в водоем данным конкретным предприятием, не вызывая при этом повышения в нем предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ и неблагоприятных экологических последствий. ПДС устанавливается с учетом ПДК вредных веществ в местах водопользования. ПДС измеряются в г/ч, кг/сут, т/год, тыс.т/год.

Величина ПДС загрязняющих веществ в водную среду определяется по формуле (5.3)

$$\text{ПДС}_i = q_{\text{см}} * C_{\text{ст}i} \quad (5.3)$$

где  $q_{\text{см}}$  – расход сточных вод, м<sup>3</sup>/ч;  $C_{\text{ст}i}$  – концентрация вещества в сточной воде, г/м<sup>3</sup>.

### **Порядок выполнения работы**

1. Составить диаграмму потребления воды по отраслям промышленности. Выделить отрасли с максимальным водопотреблением.
2. Построить график поступления загрязняющих веществ и объемов сброса в водоемы России, используя таблицы 5.2-5.3, обязательно дополнив данные на период 2000-2020 г.г.
3. Выполнить расчет фактического сброса загрязняющих веществ и превышение сброса над лимитом сброса по своему варианту.

### **Порядок расчета фактического сброса загрязняющих веществ**

1. Принять годовой объем сброса по своему варианту из таблицы 5.7.
2. Рассчитать средний часовой расход сточных вод из условия работы предприятия 300 дней в году и работы насосов в три смены по шесть часов:

$q_{\phi}$  - средний расход сточных вод,  $м^3/час$ ;

3. Рассчитать максимальный расход сточных вод из условия  $q_{\phi \max} = 1,15 q_{\phi}$ ,  $м^3/час$ ;

Полученные данные внести в таблицу № 5.7 в графу 1.

Фактическую среднюю концентрацию  $C_{\phi}$  по БПКполн., ХПК, водородный показатель рН, взвешенные вещества, хлориды, сульфаты переписать в графы [1], [2], [3] из таблицы № 5.8 исходных данных по вариантам. Фактическую максимальную концентрацию принять лишь по взвешенным веществам и сульфатам на 20% от средней, по остальным веществам – поставить прочерки.

4. Рассчитать фактический сброс загрязняющего вещества  $Q_{\phi}$  (столбец 4) определяется по формуле

$$Q_{\phi} = q_{\phi} * C_{\phi};$$

где

$q_{\phi}$  - средний расход сточных вод,  $м^3/час$

$C_{\phi}$  – концентрация загрязняющего вещества  $м^3/час$ . В случае превышения фактической концентрации над допустимой, отметить это обстоятельство и принять дополнительную очистку. Дальнейший расчет вести по допустимой концентрации

$$q_{\phi} * [2]; \frac{мг}{дм^3} * \frac{м^3}{час} = \frac{мг * 1000 дм^3}{дм^3 * час} = \frac{г}{час} \quad (5.4)$$

$$Q_{\phi} * 2, \text{ т/год} \quad (5.5)$$

$Q_{\phi}$ , - объем сбрасываемой «недостаточно очищенной» воды, тыс. $м^3/год$  (из формы 2тп-водхоз)

5. Лимит сброса по хлоридам и сульфатам принять равным фактическому сбросу.

6. Утверждений ПДС т/год по взвешенным веществам и БПКполн принять  $1,2Q_{\phi}$ , по остальным загрязняющим веществам принять ПДС равным лимиту сброса.

7. Рассчитать превышение сброса т/год :

8. Оформить работу в виде таблицы № 5.8, сделать выводы к работе и ответить на контрольные вопросы.

Таблица №5.7

Наименование источника сточных вод, режим сброса, показатели состава и свойств сточных вод..	Фактическая концентрация Сф, мг/дм <sup>3</sup>		Фактический сброс Qф		Лимит сброса		Утверждений ПДС т/год	Превышения сброса
	Средняя	Максимальная	г/час	т/год	г/час	т/год		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Утвержденный средний расход сточных вод. Qф м <sup>3</sup> /час								
Максимальный расход сточных вод Qф max м <sup>3</sup> /час								
1. БПКполн								
2. Хлориды								
3. Сульфаты								
4. Взвешенные вещества								

Таблица № 5.8  
Исходные данные к работе

№ Варианта / Qгод тыс. т	Показатели состава и свойств сточных вод						Допустимая концентрация мг/л		
	БПКполн	ХПК	рН	Фактическая концентрация мг/л			Взвеш. вещества	Хлориды	Сульфаты
				Взвеш. вещества	Хлориды	Сульфаты			
<b>1/150</b>	5	25	5,5	35	350	560	30+5%	350	500
<b>2/200</b>	6	25	4,7	40	300	510	-//-	-//-	-//-
<b>3/300</b>	5	30	4,7	30	300	480	-//-	-//-	-//-
<b>4/400</b>	5	30	5,0	25	350	510	-//-	-//-	-//-
<b>5/500</b>	7	35	5,1	30	300	360	-//-	-//-	-//-

<b>6/540</b>	6	40	4, 8	35	410	380	-//-	-//-	-//-
<b>7/640</b>	5	35	4, 8	40	320	450	-//-	-//-	-//-
<b>8/700</b>	5	45	3, 7	45	350	510	-//-	-//-	-//-
<b>9/800</b>	3	25	4, 0	20	380	510	-//-	-//-	-//-
<b>10/740</b>	4	25	4, 2	25	420	380	-//-	-//-	-//-
<b>11/540</b>	5	35	4, 5	30	380	490	-//-	-//-	-//-
<b>12/540</b>	5	35	4, 0	25	420	510	-//-	-//-	-//-
<b>13/640</b>	6	40	5, 1	20	400	520	-//-	-//-	-//-
<b>14/740</b>	7	25	5, 0	30	500	550	-//-	-//-	-//-
<b>15/840</b>	3	35	6, 0	35	350	360	-//-	-//-	-//-
<b>16/940</b>	3,2	35	7, 0	40	350	500	-//-	-//-	-//-
<b>17/560</b>	3	40	5, 1	35	300	580	-//-	-//-	-//-
<b>18/750</b>	4	40	5, 2	30	380	520	-//-	-//-	-//-
<b>19/290</b>	4	30	5, 0	35	280	530	-//-	-//-	-//-
<b>20/770</b>	4	30	5, 0	30	160	540	-//-	-//-	-//-

**Содержание отчета:**

1. Тема, цель работы.
2. Краткие теоретические сведения
3. Выполнить задания 1,2,3.
4. Выводы

## **Контрольные вопросы**

1. Какие загрязнения содержат промышленные стоки?
2. Характеристика сточных вод нефтегазовой и химической отрасли.
3. Как влияет нефть и нефтепродукты на состояние водной среды?
4. Сколько выделяют категорий водопользования?
5. Что такое ПДК, ПДС, ЛПВ, Сі?
6. Нормирование загрязнений.
7. Что такое временно допустимые концентрации (ВДК)?
8. Опишите условия сброса для веществ с лимитирующими показателями сбросов ЛПВ.
9. Опишите форму отчетности 2 тп-вода.
10. Охарактеризуйте методы очистки сточных вод.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6 ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПО ФАКТОРАМ ВРЕДНОСТИ И ТРАВМООПАСНОСТИ**

Работа выполняется 4 часа

**Цель работы:** оценить влияние вредных и опасных факторов среды обитания (на производстве, в городе и в быту) на продолжительность жизни человека и риск его гибели.

### **Теоретические сведения**

**Неблагоприятные условия труда** – условия труда, отягощенные вредными и опасными факторами производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса.

Ущерб здоровью – нарушения целостности организма или профессиональные заболевания, а также эффекты в виде генетических изменений, нарушений репродуктивной функции, снижения психической устойчивости.

**Сокращение продолжительности жизни (СПЖ)** – предположительное время сокращения продолжительности жизни в сутках конкретного человека на момент расчета в зависимости от условий его труда и быта.

Риск – вероятность реализации негативного воздействия (травма, гибель) в зоне пребывания человека.

При суточной миграции человека во вредных условиях жизненного пространства суммарная оценка ущерба здоровью может быть определена через подсчет времени сокращения продолжительности жизни в сутках по приближенной формуле:

$$\text{СПЖ} = \text{СПЖ}_{\Sigma\text{пр}} + \text{СПЖ}_{\text{Г}} + \text{СПЖ}_{\text{Б}}, \quad (6.1)$$

где СПЖ<sub>пр</sub>, СПЖ<sub>Г</sub>, СПЖ<sub>Б</sub> – сокращения продолжительности жизни при пребывании, соответственно, в условиях производства, города и быта (сут.).

Расчет снижения продолжительности жизни осуществляется:

- по фактору неблагоприятных условий производства:

$$\text{СПЖпр} = (\text{Кпр} + \text{Кт} + \text{Кн}) \cdot (\text{T} - \text{Tн}), \quad (6.2)$$

где Кпр, Кт, Кн – ущерб здоровью на основании оценки класса условий производства, тяжести и напряженности труда, сут/год (табл. 6.2 и 6.3); Т – возраст человека, год; Тн – возраст начала трудовой деятельности;

- по фактору неблагоприятных жилищных бытовых условий и загрязненного воздуха в городе:

$$\text{СПЖБ,Г} = (\text{КБ} + \text{КГ}) \cdot \text{T}, \quad (6.3)$$

где КБ, КГ – скрытый ущерб здоровью в условиях бытовой и городской среды, сут/год (табл.б. 4.);

- по факту курения с учетом сомножителя (n/20):

$$\text{СПЖБ(курение)} = \text{КБ} \text{ Тк} \cdot (\text{n}/20), \quad (6.4)$$

где n – количество выкуриваемых сигарет в день; Тк – стаж курильщика;

- по фактору езды в общественном транспорте

$$\text{СПЖГ(транспорт)} = \text{КГ} \text{ ТТ} \text{ t}, \quad (6.5)$$

где ТТ – количество лет езды на работу в общественном транспорте; t – суммарное количество часов, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд домой и на работу в оба конца.

Расчет носит вероятностный характер и позволяет оценить влияние наиболее весомых факторов, характеризующих качество жизни конкретного человека.

## **2. Классификация условий труда по степени вредности и опасности**

Условия труда подразделяются на 4 класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные. Оптимальные условия труда (1 класс) – такие условия, при которых сохраняется здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Допустимые условия труда (2 класс), при которых факторы не превышают установленных

гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время отдыха или к началу следующей смены.

Вредные условия труда (3 класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и

оказывающих неблагоприятное действие на организм работающего и/или его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности:

1 степень 3 класса (3.1) – условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами;

2 степень 3 класса (3.2.) – уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие к появлению начальных признаков профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет);

3 степень 3 класса (3.3.) – условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести с временной утратой трудоспособности;

4 степень 3 класса (3.4) – условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний.

Опасные (экстремальные) условия труда (4 класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т.ч. и тяжелых форм.

Градации условий труда в зависимости от степени отклонения действующих факторов производственной среды и трудового процесса от гигиенических нормативов представлена в табл. 6.1-6.4

Уровни вредных воздействий, реально возможные в условиях производства, не ограничиваются значениями, соответствующими классу 3.4. При более высоких значениях уровней вредных факторов их воздействие на человека может



стать травмирующим класса 4. Пороговые значения таких уровней вредных факторов для класса 4 приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1. Пороговые значения уровней вредных факторов для класса 4

Вредные факторы	Значение уровня
Вредные вещества 1-2 класса опасности	> 20 ПДК
Вредные вещества, опасные для развития острого отравления	> 10 ПДК
Шум, дБА	Превышение ПДУ > 35
Вибрация локальная, дБ	Превышение ПДУ > 12
Вибрация общая, дБ	Превышение ПДУ > 24
Тепловое облучение	> 2800 Вт/м <sup>2</sup>
Электрические поля промышленной частоты	> 40 ПДУ
Лазерное излучение	> 10 <sup>3</sup> ПДУ при однократном воздействии

Следует отметить, что работа в условиях труда 4 класса не допускается, за исключением ликвидации аварий и проведение экстренных работ для предупреждения аварийных ситуаций. При этом работы должны проводиться с применением средств индивидуальной защиты и при строгом соблюдении режимов проведения таких работ.

Нормативные значения вредных и опасных факторов приведены в справочной литературе.

### **3. Оценка влияния вредных факторов на здоровье человека**

Воздействие вредных факторов на здоровье человека определяется их уровнями, совокупностью факторов и длительностью пребывания человека в этих зонах.

Шкала оценки ущерба здоровью с учетом влияния возможных сочетаний вредных факторов и их уровней, тяжести и напряженности трудового процесса на здоровье работающих представлена в табл. 6.2

Таблица 6.2. Скрытый ущерб здоровью на основании общей оценки класса условий труда

№ п/п	Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, суток за год $K_{пр} (K_n)$
1.	1 фактор класса 3.1.	3.1.	2,5
2.	2 фактора класса 3.1.	3.1.	3,75 +
3.	3 и более факторов класса 3.1.	3.2	5,1
4.	1 фактор класса 3.2.	3.2	8,75 +
5.	2 и более факторов класса 3.2	3.3	12,6
6.	1 фактор класса 3.3	3.3	18,75 +
7.	2 и более факторов класса 3.3	3.4	25
8.	1 фактор класса 3.4	3.4	50,0 +
9.	2 и более факторов класса 3.4	4	75,1
10.	Наличие факторов класса 4	4	75,1

Таблица 6.3. Скрытый ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса

№ п/п	Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, суток за год, $K_T$
1.	Менее 3 факторов класса 2	2	-
2.	3 и более факторов класса 2	3.1	2,5
3.	1 фактор класса 3.1	3.1	3,75
4.	2и более факторов класса 3.1	3.2	5.1
5.	1 фактор класса 3.2	3.2	8,75
6.	2 фактора класса 3.2	3.3	12.6
7.	Более 2 факторов класса 3.2	3.3	18,75

Методика количественной оценки ущерба здоровью при работе в неблагоприятных условиях труда включает следующие этапы:

1.Проводится оценка условий труда на рабочем месте по каждому негативному фактору, указанному в описании варианта, и устанавливается класс вредности условий труда (табл. 6.1-6.4);

2.Оценивается ущерб здоровью в виде сокращения продолжительности жизни  $K_{пр}$  от класса условий труда на производстве по табл. 6.2;

3.При оценке ущерба здоровью только по показателю тяжести трудового процесса используют данные табл. 6.3;

4.При оценке ущерба здоровью только по показателю напряженности трудового процесса величину ущерба принимают по классу условий труда по данным табл. 6.2, указанным в графе со значком «+».

5.Учет влияния вредных факторов городской и бытовой сред на здоровье людей обычно проводится по упрощенным показателям, приведенным в табл. 6.4.

Таблица 6.4. Скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской (КГ) и бытовой (КБ) среды, сутки/год

<b>Факторы городской среды</b>	<b>К<sub>Г</sub></b>
Загрязнение воздуха в крупных городах	5
Езда в часы «пик» в общественном транспорте ежедневно в течение 1 часа	2
<b>Факторы бытовой среды</b>	<b>К<sub>Б</sub></b>
Проживание в неблагоприятных жилищных условиях	7
Курение по 20 сигарет в день	50

#### **4. Оценка влияния травмоопасных факторов на человека в производственных, городских и бытовых условиях**

Вероятность травмирования человека в различных условиях его жизнедеятельности оценивается величиной индивидуального риска  $R$ .

При использовании статистических данных величину риска определяют по формуле:

$$R = N_{тр} / N_0, \quad (6.6)$$

где  $N_{тр}$  – число травм за год;  $N_0$  – численность работавших в тот же период.

Травмоопасность различных производств и отраслей показателями частоты травматизма  $K_ч$  и  $K_{си}$  оценивают по формулам:

$$K_ч = (N_{тр} / N_0) 1000 \quad (6.7)$$

$$K_{си} = (N_{си} / N_0) 1000, \quad (6.8)$$

где  $K_ч$  – показатель частоты травматизма, а  $K_{си}$  – показатель травматизма со смертельным исходом, приходящиеся на 1000 работающих;  $N_{си}$  – число травм со смертельным исходом за год.

Нетрудно видеть, что при известных  $K_ч$  и  $K_{си}$  риски получить травму  $R_{тр}$  или погибнуть на производстве  $R_{си}$  будут определяться по формулам:

$$R_{тр} = K_ч / 1000 \quad (6.9)$$

$$R_{си} = K_{си} / 1000 \quad (6.10)$$

Показатели  $K_ч$  и  $K_{си}$  в различных отраслях экономики и по отдельным профессиям по данным за 2005 г. приведены в табл. 6.5.

Таблица 6.5. Показатели  $K_ч$  и  $K_{си}$  в различных отраслях экономики и по отдельным профессиям

Отрасль, профессия	$K_ч$	$K_{си}$
1	2	3
По всем отраслям	5,0	0,15
Промышленность (в среднем)	5,5	0,133
Электроэнергетика	1,7	0,131
Электрические сети	2	0,211
Тепловые сети	3	0,132
Нефтепереработка	1,6	0,058
Химическая промышленность	3,1	0,104
Угольная промышленность	25,3	0,406
Черная металлургия	3,6	0,146
Цветная металлургия	4,5	0,216
Приборостроение	3,1	0,061
Автомобильная промышленность	4,6	0,069
Лесозаготовка	21,2	0,479
Лесопильное производство	16,7	0,246

продолжение таблицы 6.5

Пищевая промышленность	6,0	0,122
Пивоварное производство	7,0	0,185
Спиртовая промышленность	2,3	0,029
Мясная и молочная промышленность	7,4	0,079
<b>Сельское хозяйство</b>	8,3	0,216
<b>Транспорт</b>	3,6	0,162
Железнодорожный	1,3	0,111
Водный	5,0	0,345
Авиационный	2,5	0,264
<b>Строительство</b>	5,3	0,312
<b>Коммунальное хозяйство</b>	3,2	0,037
<b>Здравоохранение</b>	2	0,009
Водитель	-	0,32
Электросварщик	-	0,20
Газосварщик	-	0,21
Грузчик	-	0,18
Слесарь	-	0,11
Крановщик	-	0,14

Риск принудительной гибели людей в непроизводственных условиях РБ, РГ можно приближенно оценивать, пользуясь данными, приведенными ниже:

Таблица 6.6. Риск принудительной гибели людей в непроизводственных условиях

Причина	Риск гибели человека
Автокатастрофа	$2,5 \cdot 10^{-4}$
Авиакатастрофа	$1 \cdot 10^{-3}$
Электротравма	$6 \cdot 10^{-6}$
Падение человека	$1 \cdot 10^{-4}$
Падение предметов на человека	$6 \cdot 10^{-6}$
Воздействие пламени	$4 \cdot 10^{-3}$
Утопление	$3 \cdot 10^{-3}$
Авария на АЭС (на границе территории АЭС)	$5 \cdot 10^{-7}$
Природные явления (молнии, ураганы и пр.)	$10^{-6} - 10^{-7}$

Вычисление вероятности гибели человека в цепи несовместимых событий производится по формуле

$$R = \sum_{i=1}^n R_i \quad (6.11)$$

где  $R_i$  – вероятность индивидуального события;  $R$  – суммарный риск от  $n$  последовательных событий.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели сотрудника по формулам 6.1-6.11.

Исходные данные по вариантам профессий принять согласно своему варианту в журнале, возраст и другие недостающие данные принять произвольно.

Четные варианты- курильщики, нечетные – не курят .

Ход работы принять с прилагаемого примера

#### Варианты

1. машинист экскаватора
2. геолог
3. подземный рабочий очистного забоя
4. учитель начальных классов
5. младшая медсестра в хирургическом отделении
6. продавец молочной продукции на рынке
7. продавец верхней одежды в супермаркете
8. цветовод-оранжировщик
9. стекольщик
10. рабочий мясокомбинате
11. физкультурный тренер в бассейне
12. спортсмен профессионал
13. уборщица в учебном заведении
14. кондитер на частном предприятии

- 15.фармацевт
- 16.рабочий хлебокомбината
- 17.тракторист
- 18.дежурный консьерж
- 19.официант
- 20.швея

### **Классификация условий труда**

Количественные данные :

- 1.Классов условий труда 1 (оптимальных) – 3;
- 2.Классов условий труда 2 (допустимых) – 3;
- 3.Классов условий труда 3.1. (вредных, первой степени) – 2.

В результате анализа полученных количественных данных итоговой таблицы, принимается что класс условий труда по факторам производственной среды – 2.

### **Класс условий труда на основании общей оценки**

Фактические условия труда	Класс условий труда
Менее 3 факторов класса 2	2
2 и более факторов класса 3.1	3.2

Пример.

Класс условий труда по тяжести – 3.2

Факторы городской среды –  $K_{г} = 2$

Факторы городской среды –  $K_{г} = 5$

Факторы бытовой среды –  $K_{б} = 7$

$K_{пр} = ; K_{н} = 3,75; K_{т} = 5,1$

### **Оценка влияния вредных факторов на здоровье человека**

1. По фактору неблагоприятных условий производства

$$\text{СПЖПР} = (\text{КПР} + \text{КТ} + \text{КН}) \cdot (\text{T} - \text{ТН}),$$

где КПР, КТ, КН – ущерб здоровью на основании оценки класса условий производства, тяжести и напряженности труда, сут/год (таблицы 6.2 и 6.3); Т – возраст человека, год; ТН – возраст начала трудовой деятельности.

$$\text{СПЖПР} = (3,75+5,1) \cdot (56-26) = 8,85 \cdot 30 = 265,5 \text{ сут}$$

2. По фактору неблагоприятных жилищных бытовых условий и загрязненного воздуха в городе

$$\text{СПЖБ,Г} = (\text{КБ} + \text{КГ}) \cdot \text{T},$$

где КБ, КГ – скрытый ущерб здоровью в условиях бытовой и городской среды, сут/год (таблица 6.2-6.3).

$$\text{СПЖБ,Г} = (2 + 5 + 7) \cdot 56 = 784 \text{ сут}$$

3. По факту курения с учетом сомножителя

$$\text{СПЖБ(курение)} = \text{КБТК} \cdot (n / 20),$$

где n – количество выкуриваемых сигарет в день; ТК – стаж курильщика.

$$\text{СПЖБ(курение)} = 7 \cdot 25 \cdot (15/20) = 131,25 \text{ сут}$$

4. По факту езды в общественном транспорте

$$\text{СПЖГ(транспорт)} = \text{КГТТ}t,$$

где ТТ – количество лет езды на работу в общественном транспорте; t – суммарное количество часов, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд домой и на работу в оба конца.

$$\text{СПЖГ} = 2 \cdot 26 \cdot 2 = 104 \text{ сут}$$

5. Сокращения продолжительности жизни

$$\text{СПЖ} = \text{СПЖПР} + \text{СПЖГ} + \text{СПЖБ},$$

$$\text{СПЖ} = 265,5 + 784 + 131,25 + 104 = 1284,75 \text{ сут или 5 лет}$$

### **Вывод:**

По условиям классификации, условия труда относятся к классу 3.2. – вредные, второй степени.

Величина сокращения продолжительности жизни = 1284,75 сут., т.е. жизнь сотрудника при данных условиях жизни может сократиться приблизительно на 5 лет.



Эти данные можно было бы улучшить, если придерживаться рекомендаций врачей, а так же установленных внутри предприятия правил техники безопасности, тогда риск можно свести к минимуму.

### **Содержание отчета:**

1. Тема, цель работы;
2. Краткие теоретические сведения;
3. Выполнить задание практической работы по формулам 6.1-6.11.
5. Выводы

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое неблагоприятные условия труда?
2. По каким критериям оцениваются условия труда.
3. Что влияет на сокращение продолжительности жизни (СПЖ)?
4. Опишите методику оценки влияния вредных факторов на здоровье человека?
5. Классификация условий труда по степени вредности и опасности?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7. АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ОТХОДАМИ ОТ ПРОИЗВОДСТВ И ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ (ТБО)

Работа выполняется 2 часа

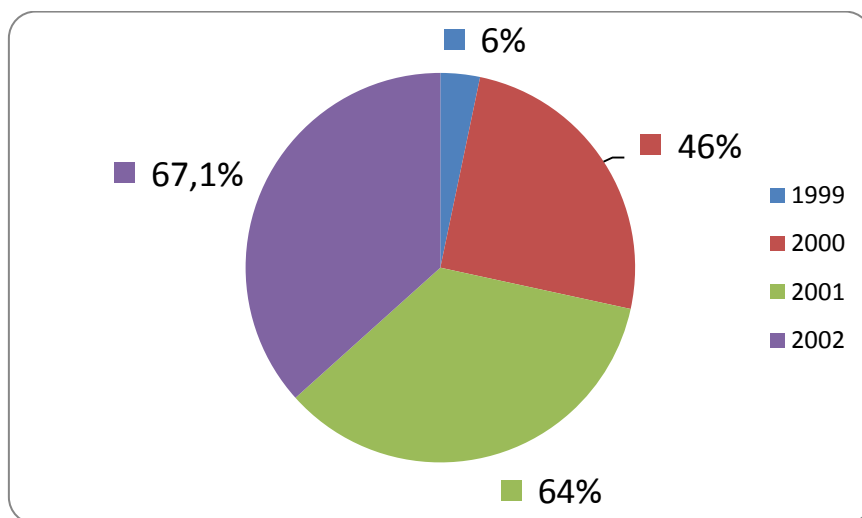
**Цель работы:** научиться анализировать загрязнения природной среды отходами от производств и твердыми бытовыми отходами (ТБО)

### Порядок выполнения работы:

Концентрация промышленного и сельскохозяйственного производства, транспортной инфраструктуры и компактность проживания населения, в том числе за счет негативного влияния городов, создает дополнительную нагрузку на биосферу Луганщины.

В последние годы, по данным статистики, наблюдается позитивная тенденция увеличения части использованных в качестве вторичного сырья и обезвреживания отходов от их общего объема образования. В качестве примера см. рисунок 7.1.

### Использование отходов в качестве вторичного сырья от их общего объема производства



Ежегодно на предприятиях Восточного Донбасса образуется около 12 млн. тонн промышленных отходов.

Отсутствие централизованных пунктов сбора, утилизации, обезвреживания и захоронения отходов способствует их накоплению на территории промышленных предприятий, что приводит к загрязнению окружающей среды, в первую очередь, почв и подземных вод. На 2000 год в области в организованных местах складирования и на территориях предприятий накоплено 110,52 млн. тонн токсических отходов, в том числе 1 класса опасности - 10,24 тыс. тонн, 2 класса опасности - 4,24 тыс. т, 3 класса опасности - 3,43 млн. тонн, 4 класса опасности - 107,081 млн. т.

В общем объеме накопления и образования отходов доминируют многотонные отходы угольной промышленности. На территории Восточного Донбасса насчитывается 530 породных отвалов общим объемом 468,8 млн. куб. м, из них горящих 93, которые горят объемом 156 млн. куб. м.

Например, по данным государственной статистической отчетности на предприятиях Лисичанско-Рубежного региона в 2000 году образовалось отходов (см. таблицу 7.1)

Таблица 7.1 – Количество отходов на предприятиях Лисичанско-Рубежного региона

	<b>1999</b>	<b>2000</b>
1 класс опасности	0,177	0,172
2 класс опасности	0,537	0,530
3 класс опасности	32,748	26,615
4 класс опасности	280,484	236,237
Всего, тыс.тонн	313,940	263,560

Количество отходов по классам опасности приведено на рисунке 7.2.

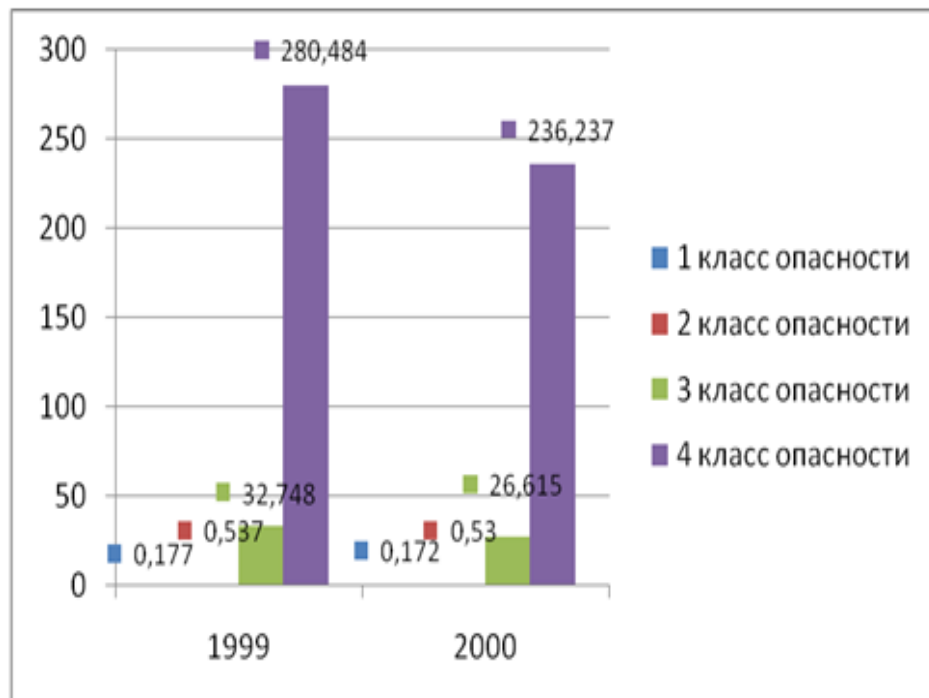


Рисунок 7.2 Количество отходов по классам опасности.

Размещение промышленных и бытовых отходов оказывает негативное влияние на среду и способствуют ухудшению экологического состояния районов. На предприятиях региона из-за отсутствия необходимых средств не обеспечено выполнение природоохранных мероприятий с отходами.

Экспликация объектов загрязнения, показанных на карте ЛНР:

1. Отходы предприятий Луганска.	8. ООО «Уголь-Юг».
2. Рубежанские химзаводы.	9. ХЗЗР Новопсковского района.
3. Северодонецкое предприятие «Азот».	10. ХЗЗР Кременного района.
4. Отходы предприятий Красного Л.	11. ХЗЗР Беловодского района.
5. Природные отвалы Антрацита.	2. Шлаковые отвалы «Алчевского металлургического комбината».
6. Породные отвалы Стаханова.	
7. Породные отвалы Брянки.	

**Содержание отчета:**

1. Тема, цель работы;
2. Краткие теоретические сведения;
3. По карте ЛНР указать места размещения отходов за последний период времени.
4. Выводы

### **Контрольные вопросы**

1. Виды отходов производства в зависимости от технологии производства.
2. Какое ежегодное количества тонн отходов образуется на предприятиях ЛНР ?
3. Где размещают ТБО? Промышленные отходы? Жидкие отходы?
4. Какие перспективы использования промышленных и бытовых отходов?

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агеенко Г.К. Правовые основы рекультивации нарушенных земель. Рекультивация нарушенных земель в Сибири: Сб. науч. тр. / Под ред. А.Н. Куприянова. Кемерово: ИНТ, 2005. Вып. 1. С. 36-38.
2. Белозубов А.В. Система дистанционного обучения Moodle : учебное пособие / А.В. Белозубов, Д.Г. Николаев. – СПб, 2007. – 108с.
3. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др. / Под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 2001. – 485 с.
4. Белов С.В., Пышкина Э.П., Смирнов С.Г. Оценка условий жизнедеятельности человека по факторам вредности и травмоопасности: МУ к лабораторной работе. – Москва: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. – 21 с.
5. Воронин Ю.А. Технические и аудиовизуальные средства обучения: Учебное пособие / Ю.А.Воронин. – Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2001.
6. Горшков В.А. Очистка и использование сточных вод предприятий угольной промышленности. М.: Недра, 1981, с. 66 – 68.
7. ГОСТ 17.5.3.04-83 «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель»;
8. Соколов Э.М., Ветров В.В. и др. Совершенствование системы охраны труда на основе концепции профессионального риска. Тула, ТГУ, 1999.
9. Шицкова А.Н., Акулова К.И., Климкина Н.В., Савелова В.А. Основы комплексного использования и охрана водных ресурсов. – М.: Медицина, 1989.
10. Черникова С.А. Курс лекций «Концепции современного естествознания» – Луганск: ГОУВО им. В.Даля, 2022. – 80 с
11. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация.
12. Родионов, А. И. Охрана окружающей среды: процессы и аппараты защиты атмосферы : учебник для среднего профессионального образования / 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 201 с.

13. Носкова Т.Н. Аудиовизуальные технологии в образовании / Т.Н.Носкова. - СПб.: СПбГУКиТ, 2004.
14. Черкинский С. Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы. М.: Стройиздат, 1971, 208с.
15. Хокинг С. Три книги о пространстве и времени / Стивен Хокинг; [пер. с англ.]. – СПб.: Амфора. ТИД Амфора, 2012. – 503 с.
16. Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум / И.С. Шкловский .— 3-е изд., доп. И перераб. — М. : Наука, 1973 .— 335 с.
17. Шредингер Э. Разум и материя = Mind and Matter / Э. Шредингер ; Пер. с англ. А.В. Монакова .— М.; Ижевск : Регуляр. и хаотич. динамика, 2000 .— 96 с

Учебное издание

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к практическим работам

по дисциплине

**«Концепции современного естествознания»**

для студентов направления подготовки

Профессиональное обучение (по отраслям),

магистерские программы: «Безопасность технологических процессов и производств», «Экономика и управление», «Управление персоналом», «Информационные технологии и системы», «Электроснабжение», «Профессиональная психология», «Горное дело. Подземная разработка пластовых месторождений», «Горное дело. Электромеханическое оборудование, автоматизация процессов добычи полезных ископаемых», «Горное дело. Технологическая безопасность и горноспасательное дело».

С о с т а в и т е л ь:

Софья Александровна Черникова

Печатается в авторской редакции.

Компьютерная верстка и оригинал-макет автора.

Подписано в печать \_\_\_\_\_

Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типограф. Гарнитура

Times Печать офсетная. Усл. печ. л., Уч.-изд. л. \_\_\_\_\_

Тираж 100 экз. Изд. № \_\_\_\_\_. Заказ № \_\_\_\_\_. Цена договорная.

Издательство Луганского  
государственного университета  
имени Владимира Даля

*Свидетельство о государственной регистрации  
издательства МИ-СРГ ИД*

**Адрес издательства:** 91034, г. Луганск, кв. Молодежный, 20а

**Телефон:** 8 (0642) 41-34-12, **факс:** 8 (0642) 41-31-60

**E-mail:** [izdat.lguv.dal@gmail.com](mailto:izdat.lguv.dal@gmail.com) **http:** [//izdat.dahluniver.ru](http://izdat.dahluniver.ru)