

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ-СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

**по дисциплине
«ЭКОЛОГИЯ»**

Для студентов специальности 5321700 - Информационно-коммуникационные системы управления технологическими процессами (по направлениям)



БУХАРА- 2019

Составитель:

доц. Атамуратова Т.И.

Рецензенты:

зав. кафедрой «ТЖБАКТ»
проф. Абдурахманов О.Р..

профессор кафедры «Экология»
Бухарского Государственного
университета
д.б.н., проф. Буриев С.Б.

Аннотация

Методические указания являются руководством для обучения бакалавров по предмету «Экология» для студентов специальности информационно-коммуникационные системы управления технологическими процессами (по направлениям)

В методических указаниях помимо подробного изложения порядка выполнения практических работ приведены соответствующие рисунки и таблицы. Настоящее методическое указание поможет студентам лучше освоит теоретический материал по дисциплине «Экологии» и освоить необходимую методику расчёта .

Указания содержат темы, предусмотренные учебной программой предмета «Экологии».

Методические указания рассмотрены и рекомендованы на заседании кафедры «Промышленная экология» протокол №__ от «__» _____ 2019 г.

Методические указания утверждены на заседании методического совета Бухарского инженерно-технологического института и рекомендованы к применению в учебном процессе.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

МЕТОДЫ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ..... 4

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2

РАСЧЕТ ПДК ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ.....7

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА..... .13

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4

НОРМИРОВАНИЕ АГРЕССИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ ВОДОЁМОВ.....17

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ.....23

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6

РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОЙ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПЕРЕД СБРОСОМ В ВОДОЁМ.....30

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7

ЗАЩИТА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ..... 35

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8

РАСЧЕТ УЩЕРБА ОТ ВЫБРОСОВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ.....39

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9

РАСЧЕТ УЩЕРБА ОТ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ43

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....54

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

ТЕМА: МЕТОДЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ

С отходящими газами в атмосферу поступают твердые, жидкие и газообразные неорганические и органические вещества. Отходящие газы, содержащие твердые или жидкие частицы, представляют собой двух фазные системы. Сплошной фазой в системе являются газы, а дисперсной твердые частицы или капельки жидкости. Такие аэродисперсные системы называются аэрозолями. Аэрозоли, содержащие твердые частицы, называются пылью.

По дисперсности пыли классифицируют на 5 групп:

I – очень крупно дисперсионная пыль	$d_{50} > 140$ мкг
II – крупно дисперсионная пыль	$d_{50} = 40 - 140$ мкг
III – средне дисперсионная пыль	$d_{50} = 10 - 40$ мкг
IV – мелко дисперсионная пыль	$d_{50} = 1 - 10$ мкг
V – тонко дисперсионная пыль	$d_{50} < 1$ мкг

Склонность частиц к слипанию определяется их адгезионными свойствами. Чем мельче пыль, тем выше ее слипаемость. Все пыли IV и V групп практически относятся к сильнослипающимся; II и III – к средне слипающимся, а I – к слабослипающимся.

Слипаемость пыли значительно возрастает при ее увлажнении.

Для очистки атмосферных выбросов, удаленных вентиляционными системами от твердых и жидких частиц, применяют пылеуловители пяти классов (табл. 2)

Таблица 2

Классификация пылеуловителей в зависимости от эффективности пылеулавливания частиц разного размера

Класс пылеуловителя	Размеры улавливаемых частиц пыли, мкм	Группа пыли по дисперсности	Эффективность пылеулавливания
I	Более 0,3	V	0,8
		IV	0,8-0,0999
II	Более 2	IV	0,85-0,92
		II	0,92-0,999....
III	Более 4	III	0,8-0,99
		II	0,99-0,999
IV	Более 8	II	0,95-0,99
		I	0,99-0,999
V	Более 20	I	0,99

Классификация пылеулавливающего оборудования основана на принципиальных особенностях процесса отделения твердых частиц от газовой

фазы. К пылеулавливающему оборудованию относятся: циклоны, пылесадительные камеры, вихревые циклоны, жалюзийные и ротационные пылеуловители (для улавливания пыли за счет сил гравитации и центробежных сил); электрофильтры (для улавливания пыли электрическим способом); скруббера с подвижным, неподвижным и псевдоожиженным слоем загрузки, пенные аппараты, скруббера Вентури, Дойля и др. (для улавливания пыли мокрым способом).

Для обезвреживания атмосферных выбросов от газообразных токсичных веществ применяются следующие методы:

- абсорбции (физической и хемосорбции);
- адсорбции (физической и хемосорбции);
- каталитические;
- термической нейтрализации.

Очистка газовых выбросов методом абсорбции заключается в разделении газовой смеси на составные части путем поглощения одного или нескольких газовых компонентов (абсорбатов) жидким поглотителем (абсорбентом) с образованием раствора. При физической абсорбции на практике применяют воду, органические растворители, не вступающие в реакцию с извлекаемым газом. При хемосорбции в качестве абсорбента используют водные растворы солей, щелочи, органические вещества, а также водные суспензии различных веществ.

Контакт газового потока с жидким растворителем осуществляется либо пропусканием через насадочную колонку, либо распылением жидкости, либо барботажем газа через слой абсорбирующей жидкости. Для обезвреживания газообразных выбросов абсорбцией используют устройства для улавливания мокрыми способами (насадочные, форсуночные, тарельчатые, центробежные скруббера, скруббера Вентури и т.д.).

Адсорбционный метод основан на физических свойствах некоторых твердых тел с ультрамикроспической структурой селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты из газовой смеси.

Различают физическую адсорбцию и хемосорбцию. При физической молекулы газа прилипают к поверхности твердого тела под действием межмолекулярных сил притяжения (силы Ван – дер–Вальса). Преимущество физической адсорбции – обратимость процесса. При уменьшении давления адсорбата в потоке газа либо увеличении температуры поглощенный газ легко десорбируется без изменения химического состава. процесс исключительно важна, если экономически выгодно рекуперировать адсорбируемый газ.

В основе хемосорбции лежит химическое взаимодействие между адсорбентом и адсорбируемым веществом. В качестве адсорбентов используют пористые материалы с высокоразвитой внутренней поверхностью синтетического или природного происхождения.

К основным типам промышленных адсорбентов относятся: активные угли, силикагели, алюмогели, цеолиты, иониты. Процессы очистки проводят в периодических или непрерывных адсорберах.

Каталитические методы основаны на химических превращениях токсичных компонентов в не токсичные на поверхности твердых катализаторов, приготовленных на основе меди, хрома, кобальта, марганца, никеля, платины и других металлов. Каталитическое обезвреживание газовых выбросов осуществляется в специальных устройствах, называемых реакторами.

Метод термической нейтрализации основан на способности горючих токсичных компонентов окисляться до менее токсичных при наличии свободного кислорода и высокой температуры газовой смеси. Область применения этого метода ограничивается характером образующихся при окислении продуктов реакции. Процесс проводят в обычных или усовершенствованных топочных устройствах, в промышленных печах, топках котельных агрегатов, а также в открытых факелах. В некоторых случаях отходящие газы со значительным содержанием горючих компонентов могут быть использованы как топливо.

ПРИМЕРЫ

1. Оценить качество атмосферного воздуха населенного пункта, если известны концентрации загрязняющих веществ.

Таблица 3

Состав атмосферного воздуха населенного пункта

Компоненты состава	Состав, мг/м ³	ПДК, мг/м ³	Компоненты, обладающие совмещенным эффектом действия
Сернистый ангидрид	0,025	0,05	+
Двуокись азота	0,0085	0,84	+
Фтористый водород	0,0024	0,005	+
Сероводород	0,0008	0,008	+
Аммиак	0,01	0,04	+
Окись углерода	0,5	1	+

Требование при установлении санитарного качества атмосферного воздуха:

$$C_i = \text{ПДК}_i$$

$$\sum_{i=1}^N \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1$$

где N – количество веществ, обладающих совмещенным эффектом действия.

Оцениваем качество воздуха по компонентам, обладающим совмещенным эффектом действия:

$$\frac{0,025}{0,05} + \frac{0,0085}{0,04} < 1$$

Вывод. Качество воздуха не соответствует санитарным нормам.

$$\frac{0,025}{0,05} + \frac{0,004}{0,005} = 1,3 > 1$$

Вывод. Качество воздуха не соответствует санитарным нормам.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2

ТЕМА: РАСЧЕТ ПДК ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

Примеры расчета предельно допустимого выброса от источника загрязнения

Условие

Установить предельно – допустимые выбросы (ПДВ) для компонентов, выбрасываемых из стационарного источника предприятия по производству асбеста.

Определить требуемый размер санитарно – защитной зоны, т.е. расстояние на котором устанавливается приземная концентрация компонентов выбросов, не превышающая санитарных норм. Сравнить с нормативным размером санитарной зоны.

Ход решения:

1. Выписать исходные данные

Конструктивные параметры: Высота (Н) – 30 м; диаметр устья (Д) – 0,2 м.
Технологические параметры: скорость выхода газовой смеси (w_0) – 3,2 м/с; температура выбросов (Т) – 120 °С.

Компоненты в выбросах и их количество (М), г/с:

Оксид углерода – 5,5

Сернистый ангидрид – 0,75

Сероводород – 0,07

Пыль нетоксичная – 2,8.

2. Определить ПДВ (г/с) для i-го компонента, содержащегося в выбросах горячей газовой смеси, по формуле:

$$ПДВ_i^{г/с} = \frac{(ПДК_i - C_{ф_i}) N^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}}{A \cdot m \cdot n \cdot F}$$

где ПДК_i – предельно допустимая концентрация i-го компонента, мг/м³

C_{фi} – фоновая концентрация i-го компонента в атмосферном воздухе, мг/м³

Н – высота источника выбросов, м

А – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания веществ, с^{2/3} мг град^{1/3}/г; значение коэффициента А принять для неблагоприятных метеорологических условий районов Сибири

$$A = 200;$$

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе, для газообразных веществ F=1;

ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси (Т_г) и температурой окружающего воздуха (Т_в), °С; ΔT = Т_г – Т_в (температуру

окружающего атмосферного воздуха принять равной средней максимальной температуре воздуха наиболее жаркого месяца года; для Красноярска $T_b = 26,4^{\circ}\text{C}$;

V_1 - расход газовойоздушной смеси, м/с:

$$V_1 = \frac{\pi * D_3^2}{4} * w_0 = \frac{3,14 * 0,2^2}{4} * 3,2 = 0,1 \text{ м}^3/\text{с},$$

где D_3 - эквивалентный диаметр устья источника выбросов, м

w_0 - скорость выхода газовойоздушной смеси, м/с;

m, n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовойоздушной смеси из устья источника выбросов.

Значение коэффициентов n и m определить в зависимости от параметров K и

V_m :

$$K = 10^3 * \frac{w_0 * D_3}{H^2 * \Delta T} = \frac{10^3 * 0,2 * 3,2}{30^2 * 103,6} = 0,007$$

$$V_m = 0,65 * \sqrt[3]{\frac{V_1 * \Delta T}{H}} = 0,65 * \sqrt[3]{\frac{0,1 * 103,6}{30}} = 0,16$$

Коэффициент m определить в зависимости от K :

$$\text{При } K \geq 100, m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{K}}$$

$$\text{При } K < 100, m = \frac{1}{0,67 + 0,1 * \sqrt[3]{K} + 0,34 * \sqrt[3]{K}} = \frac{1}{0,67 + 0,1 * \sqrt[3]{0,007} + 0,34 * \sqrt[3]{0,007}} = 1,3$$

Коэффициент n определить в зависимости от V_m :

$$\text{При } V_m < 0,5, n = 4,4 * V_m = 4,4 * 0,16 = 0,7$$

$$\text{при } 0,5 \leq V_m < 2 \quad n = 0,532 V_m - 2,13 V_m + 3,13$$

$$\text{при } V_m \geq 2, n = 1$$

$$\text{ПДВ}_i^{\text{ггс}} = \frac{\text{ПДК}_i * 30^2 * \sqrt[3]{0,1 * 103,6}}{200 * 1,35 * 0,7 * 1} = 10,32 \text{ ПДК}_i$$

Результаты расчетов свести в табл. 1.

Таблица 1

Расчет предельно допустимого выброса

Компоненты в выбросах	Масса выбросов, мг/с	ПДК, мг/м ²		ПДВ, г/с		Требуемая степень очистки, %
		Средне-суточный	Максимально-разовый	Расчетный	Согласованный	
1. Окись углерода	5,5	1	3	10,32	5,5	0
2. Сернистый ангидрид	0,75	0,05	0,5	0,52	0,52	31
3. Сероводород	0,07	0,008	0,008	0,083	0,07	0
4. Пыль нетоксичная	2,8	0,15	0,15	1,55	1,55	45

Условия согласования:

Если $\text{ПДВ}_i^{\text{расч}} > M_i$, то $\text{ПДВ}_i^{\text{согл}} = M_i$;

Если $\text{ПДВ}_i^{\text{расч}} < M_i$, то $\text{ПДВ}_i^{\text{согл}} = \text{ПДВ}_i^{\text{расч}}$;

3. Требуемую степень очистки (эффект очистки) определить по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{M_i * \text{ПДВ}_i^{\text{согл}}}{M_i} * 100\%$$

Расчет расстояния рассеивания привести для компонента, дающего наибольшее загрязнение (для пыли $\mathcal{E}=45\%$).

При опасной скорости ветра приземную концентрацию $C(\text{мг}/\text{м}^3)$ определить по формуле:

$$C = C_m - S_1;$$

где C_m – максимальное значение приземной концентрации вредного вещества при выбросе газозооной смеси из одиночного стационарного источника при неблагоприятных метеорологических условиях, $\text{мг}/\text{м}^3$.

$$C_m^{\text{ггс}} = \frac{A * M * F * m * n}{H^2 * \sqrt[3]{V_1 * \Delta T}}$$

$$C_m^{\text{ггс}} = \frac{200 * 2,8 * 1 * 1,35 * 0,704}{30^2 * \sqrt[3]{0,1 * 103,6}} = 0,27 \text{ мг}/\text{м}^3,$$

где M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с
Принять, $S_1 = \text{ПДК}^{\text{с.с.}}$; тогда безразмерный коэффициент

$$S_1 = \frac{\text{ПДК}}{C_m} = \frac{0,15}{0,27} = 0,56$$

Расстояние X_m , м, от источника выбросов, на котором приземная концентрация (при неблагоприятных метеорологических) достигает максимального значения C_m ($\text{мг}/\text{л}$) определить по формуле:

$$X_m = d * H = 2,61 * 30 = 78,3 \text{ м};$$

где d – безразмерный коэффициент при $K < 100$, найти по формуле:

при $V_m < 0,5$; $d = 2,48 * (1 + 0,28 * \sqrt[3]{K}) = 2,48 * (1 + 0,28 * \sqrt[3]{0,007}) = 2,61$

$0,5 < V_m < 2,0$; $d = 4,95 * V_m * (1 + 0,28 * \sqrt[3]{K})$

$V_m > 2,0$; $d = 7 * V_m * (1 + 0,28 * \sqrt[3]{K})$

Значение безразмерного коэффициента S_1 в зависимости от отношения X/X_m по формуле:

$$S_1 = \frac{1,3}{0,13 * (X/X_m)^2 + 1}$$

При известных значениях S_1 и X_m найти значение X (расстояние от источника выбросов, на котором устанавливается приземная концентрация, не превышающая санитарные нормы).

$$X = X_m \sqrt{\frac{1,3/S_1}{0,13}} = 78,3 \sqrt{\frac{(0,13/0,56) - 1}{0,13}} = 249,6 \text{ м}$$

Вывод: расстояние не превышает нормируемые размеры санитарно-защитной зоны для завода по производству асбеста.

Таблица 2

Предприятие	Компоненты в выбросах	Количество вещества в выбросах			
		№ варианта			
		1	2	3	4
По производству асбеста	Окись углерода	5,5	3,4	2,5	7,8
	Сернистый ангидрид	2,75	1,5	3,2	6,5
	Сероводород	1,7	1,0	2,2	2,5
	Пыль	2,8	2,5	5,9	3,0
По производству цемента		5	6	7	8
	Сернистый ангидрид	2,5	3	3,1	2
	Окись углерода	4	5	2,9	3,5
	Диоксид азота	2,5	3,7	5	4
	Хлороводород	7	6,3	5,7	5
Асфальтобетонный завод	Пыль	4	2,8	4,2	3,8
		9	10	11	12
	Сернистый ангидрид	0,5	0,3	0,6	0,6
	Сероводород	0,1	0,5	0,4	0,25
	Сажа	2,5	5	3	4
	Нафталин	0,1	0,8	0,6	0,5
Завод по производству алюминия	Ксилол	7,2	6,2	5,3	6
		13	14	15	16
	Фториды	2,8	1,7	2	2,5
	Бензол	5,3	4,9	3,7	4
	Сернистый ангидрид	2,5	2,0	1,6	2,1
По производству минеральной ваты	Пыль	12	18	15	13
		17	18	19	20
	Окись углерода	9,3	11,0	10	9,9
	Фенол	1,5	2,0	1,6	2
	0,5	1,1	0,8	0,9	
	Формальдегид				

Параметры источника выбросов

Таблица 3

Параметры источника	№ варианта									
	1,2	3,4	5,6	7,8	9,10	11,12	13,14	15,16	17,18	19,20
Высота, м	20	25	30	40	50	35	18	48	23	39
Диаметр устья, м	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Скорость выхода газовой воздушной	1,8	4,6	5,7	8,4	6,6	2,5	3,7	4,2	1,5	7,5
Температура выбросов, °С	26	08	20	50	30	40	28	10	35	45

Таблица 4

Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Вещество	Класс опасности	ПДК, мг/м ³ среднесуточная	ПДК, мг/м ³ максимально разовая
1	2	3	4
Аммиак	4	0,04	0,2
Азота диоксид	2	0,04	0,085
Бензол	2	0,1	1,5
Пыль	3	0,15	0,15
Ксилол	3	0,2	0,2
Нафталин	4	0,003	0,003
Сажа	3	0,05	0,15
Свинец	1	0,0003	0,0003
Сероводород	2	0,008	0,008
Фенол	2	0,003	0,01
Формальдегид	2	0,003	0,035
Фтористые соединения	2	0,005	0,02
Хлористый водород	2	0,2	0,2
Ангидрид сернистый	2	0,00001	-
Бензапирен	2		
Свинец сернистый	1	0,0017	-
Углерода окись	4	1,0	3,0
Ацетальдегид	4	0,01	0,01

Ацетофенон	3	0,003	0,003
Изопропилбен зол	4	0,014	0,014
Альдегид масляный	3	0,015	0,015
Ацетон	4	0,35	0,35

Таблица 5

Размеры санитарно-защитной зоны в соответствии с СанПиН
2.2.1/2.1.1.567-96

Предприятие	Класс по санитарной классификации	Размер санитарно- защитной зоны, м
Асфальтовый завод	II	1000
Завод по производству алюминия	I	2000
Завод по производству минеральной ваты	III	500
Завод по производству цемента	I	2000
Завод по производству асбеста	I	2000

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3

ТЕМА: РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

1. Определение величины ущерба, наносимого выбросами вредных веществ в окружающую природную среду по каждому источнику произвести в соответствии с по формуле:

$$Y = Y_{уд} \times \delta(\lambda) \times f(\lambda) \left(\sum_{i=1}^n a_i(\lambda) \times m_i \right);$$
$$Y = Y_{уд} \times \delta(\lambda) \times f(\lambda) \left(\sum_{i=1}^n M_i \right);$$

где $Y_{уд}$ – удельный экологический ущерб от выбросов загрязняющих веществ для рассматриваемого экономического района Уз, сум./усл.т.

Показатель удельного ущерба водным ресурсам, наносимого единицей (условная тонна) приведенной массы загрязняющих веществ, сум./усл. тонну;) $f(\lambda)$ – коэффициент, учитывающий характер рассеивания загрязняющего вещества в атмосфере, индекс-дефлятор по отраслям промышленности, устанавливаемый Министерством экономики России, для нашего расчета принимаем равный 6 – как загрязнение населенного пункта;) $\delta(\lambda)$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха; M_i – приведенная масса выбросов загрязняющих веществ, усл.т/год.

2. Приведенную массу загрязняющего вещества определить по формуле

$$M_i = a_i * m_i,$$

где a_i – коэффициент относительной эколого-экономической опасности i -го загрязняющего вещества в атмосферных выбросах; m_i – масса выброса i -го загрязняющего вещества, т/год.

С помощью ПДК определяются коэффициенты эколого-экономической опасности загрязняющих веществ

3. Фактическое количество выбросов M_i^{Φ} и допустимое количество M_i^{Δ} i -го компонента определить (учесть, что предприятие работает круглосуточно) по формуле

$$M_i^{\Phi} = \frac{M_i^{\Delta} \times 3600 \times 24 \sqrt[3]{365}}{10^6}$$

$$M_{\text{окисьюглерода}}^{\phi} = \frac{5,5 \times 3600 \times 24 \times 365}{10^6} = 173,45 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$M_{\text{сернистыйангидрид}}^{\phi} = \frac{2,75 \times 3600 \times 24 \times 365}{10^6} = 86,62 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$M_{\text{сероводород}}^{\phi} = \frac{1,7 \times 3600 \times 24 \times 365}{10^6} = 53,55 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$M_{\text{пыль}}^{\phi} = \frac{2,8 \times 3600 \times 24 \times 365}{10^6} = 88,3 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$M_i^{\text{л}} = \frac{\text{ПДВ}_i \times 3600 \times 24 \times 365}{10^6}$$

$$M_{\text{окисьюглерода}}^{\text{л}} = \frac{5,5 \times 3600 \times 24 \times 365}{10^6} = 172,45 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$M_{\text{сернистыйангидрид}}^{\text{л}} = \frac{0,52 \times 3600 \times 24 \times 365}{10^6} = 31,54 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$M_{\text{сероводород}}^{\text{л}} = \frac{0,083 \times 3600 \times 24 \times 365}{10^6} = 2,61 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

$$M_{\text{пыль}}^{\text{л}} = \frac{1,55 \times 3600 \times 24 \times 365}{10^6} = 48,88 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

4. Вычислить показатели агрессивной опасности для i -го компонента:

$$a_i = \sqrt{\frac{\text{ПДК}_{\text{CO}}^{\text{СС}} \times \text{ПДК}_{\text{CO}}^{\text{М}}}{\text{ПДК}_i^{\text{СС}} \times \text{ПДК}_i^{\text{МР}}}}$$

где $\text{ПДК}_{\text{CO}}^{\text{СС}}$ и $\text{ПДК}_{\text{CO}}^{\text{М}}$ - соответственно средние суточные и максимально разовые концентрации оксида углерода;

$\text{ПДК}_i^{\text{СС}}$ и $\text{ПДК}_i^{\text{МР}}$ - соответственно среднесуточные и максимально разовые концентрации i -го компонента.

Таблица 1

Оценка ущерба, наносимого выбросами вредных веществ в атмосферный воздух предприятием по производству асбеста

Компоненты в выбросах	ПДК, мг/м ³		Количество выбросов, г/с		Количество выбросов, т/год		a _i	Приведенная масса усл. т/год	
	Средне-суточная	Максимально разовая	M_i^{Φ}	ПДВ _i	M_i^{Φ}	ПДВ _i		Фактическая	Лимитируемая
Окись углерода	1	3	5,5	5,5	173,4	173,4	0,4	69,4	69,4
Сенистый ангидрид	0,05	0,5	2,75	0,52	86,62	16,4	20,0	1732,4	328
Сероводород	0,008	0,008	1,7	0,083	53,55	2,61		26775	1305
Пыль	0,15	0,15	2,8	1,55	88,3	48,88	2,7	238,4	132
Итого:								28815,2	1834,4

$$U^{\Phi} = 46,9 \times 1,4 \times 28815,2 \times 6 = 11352036 \text{ сум./год}$$

$$U^{\text{ост}} = 46,9 \times 1,4 \times 1834,4 \times 6 = 106986 = 77680 \text{ сум./год}$$

$$\Xi = 11352036 - 77680 = 10579356 \text{ сум./год}$$

Таблица 2

Экономический район	Удельный экологический ущерб, ф, сум/усл.т	Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости, $\delta(\lambda)$	
		Атмосферного воздуха	Почвы ¹
Северный	46,0	1,4	1,4
Северо-Западный	62,5	1,5	1,3
Центральный	74,0	1,9	1,6
Волго-Вятский	64,0	1,1	1,5
Центрально-Черноземный	62,8	1,5	2,0
Поволжский	63,7	1,9	1,9
Северо-Кавказский	68,7	1,6	1,9
Уральский	67,4	2,0	1,7
Западно-Сибирский	60,2	1,2	1,2
Восточно-Сибирский	46,9	1,4	1,1
Дальневосточный	44,2	1,0	1,1

Таблица 17

Тип загрязненной территории	Значение коэффициента $f(\lambda)$
Курорты, санатории, заповедники, заказники	10
Пригородные зоны отдыха, садовые и дачные кооперативы	8
Населенные пункты	6
Промышленные предприятия (включая санитарно-защитные зоны) и промузлы	4
Леса:	
1-я группа	0,2
2-я группа	0,1
3-я группа	0,025
Пашни:	
Южные зоны (южнее 50°с.ш.)	0,25
ЦУР, Южная Сибирь	0,15
Прочие районы	0,1
Сады, виноградники	0,5
Пастбища, сенокосы	0,05

Примечание: Значение коэффициента $f(\lambda)$ для пашни, садов, виноградников, пастбищ и сенокосов следует умножить на 2.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4

ТЕМА: НОРМИРОВАНИЕ АГРЕССИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ ВОДОЕМА

Нормирование качества воды состоит в установлении для воды водного объекта совокупности допустимых значений показателей ее состава и свойств, в пределах которых надежно обеспечиваются здоровье населения, благоприятные условия водопользования и экологическое благополучие водного объекта.

Нормирование качества воды хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и рыбохозяйственного назначения проводят в соответствии с [4] по общим требованиям (табл. 1.) и содержанию вредных веществ в воде водного объекта.

Оценивается качество воды для водоемов рыбохозяйственного назначения по обобщенным гидрохимическим показателям каждого лимитирующего показателя вредности (ЛПВ).

По санитарно - токсикологическому ЛПВ:

$$J_p^m = \sum_{i=1}^N \frac{C_i^m}{\text{ПДК}_i}$$

где N - количество компонентов, проходящих по санитарно – токсико-логическому ЛПВ.

По токсикологическому ЛПВ:

$$J_p^m = \sum_{i=1}^{N_1} \frac{C_i^m}{\text{ПДК}_i}$$

где N₁- количество компонентов по токсикологическому ЛПВ.

По рыбохозяйственному ЛПВ:

$$J_p^{p-x} = \sum_{i=1}^{N_2} \frac{C_i^{p-x}}{\text{ПДК}_i}$$

где N₂ - количество компонентов по рыбохозяйственному ЛПВ.

Для водоемов хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового назначения по обобщенным показателям оценивается качество воды по каждому ЛПВ только для веществ 1-го и 2-го классов вредности.

Охрана при сбросе возвратных вод

При водоотведении возвратных (сточных) вод в водный объект должно обеспечиваться нормативное качество воды в контрольных створах водного объекта. Количество допустимых сбросов вредных веществ устанавливается для каждого контролируемого показателя с учетом фоновой концентрации, категории водопользования, ассимилирующей способности водоема.

На основании расчетов устанавливаются для каждого выпуска предельно допустимые сбросы (ПДС) веществ, соблюдение которых должно обеспечить нормативное качество воды в водных объектах.

Предельно допустимые концентрации вредных примесей при отведении сточных вод в водные объекты рассчитывают по формуле материального баланса:

$$C_i^{CM} (\gamma \times Q + q) = C_i^{CB} \times q + C_i^P \times \gamma \times Q$$

где C_i^{CM} – концентрация i -й примеси в водном объекте после смешения, г/м³; γ – коэффициент смешения; Q – расход воды в водном объекте, м³/с; q – расход сточной воды, м³/с; C_i^{CB} – концентрация i -й примеси в сточной воде, г/м³; C_i^P – концентрация i -й примеси в речной воде, г/м³;

Учитывая, что величина $(\gamma * Q + q) / q$ – кратность разбавления n , получаем следующее уравнение определения допустимой концентрации i -й примеси при сбросе сточной воды в водный объект:

$$C_i^{CB} = n \times C_i^{CM} - (n - 1) C_i^P$$

Расчет коэффициента смешения приведен в [2,3].

В том случае, если сточные воды содержат примеси, проходящие по одному и тому же ЛПВ, то расчет ведут по обобщенным гидрохимическим характеристикам.

Определяют обобщенные гидрохимические характеристики допустимого состава сточных ЛПВ из условия:

$$\text{если } J_p^{ЛПВ} < 1, \text{ то } J_{CB}^{ЛПВ} = n - (n - 1) J_p^{ЛПВ}$$

$J_p^{ЛПВ} > 1$, т. е. фоновое загрязнение водоема не позволит получить требуемое качество воды в расчетном створе, тогда $J_{CB}^{ЛПВ} = 1$ и устанавливается исходя из отношения нормативных требований к составу и свойствам воды водных объектов и самим сточным водам.

Для всех веществ, сбрасываемых в водоемы рыбохозяйственного назначения, и для веществ 1-го и 2-го классов опасности, сбрасываемых в водоемы хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, допустимая концентрация к водоотведению определяется по формуле

$$C_i = \frac{J_{CD}^{ЛПВ}}{N^{ЛПВ}} ПДК_i$$

где $N^{ЛПВ}$ – количество компонентов, проходящих по одному и тому же ЛПВ для рыбохозяйственных водоемов, или компонентов 1-го и 2-го классов опасности по соответствующему ЛПВ для водоемов хозяйственного или культурно-бытового назначения.

Допустимая концентрация при водоотведении в водоемы хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения для всех веществ, кроме 1-го и 2-го классов опасности, определяется по формуле

$$C_{ПДСi} = n (C_{ПДСi} - C_{\phi i}) + C_{\phi i}$$

где $C_{ПДК_i}$ – предельно допустимая концентрация i -го компонента; $C_{фi}$ - фоновая концентрация i -го компонента в воде водного объекта.

Таблица 1

Предельно допустимые концентрации веществ в воде водных объектов хозяйственно – питьевого и культурно - бытового водопользования

Показатель качества воды (вещество)	Допустимое значение показателя (ПДК), г/м	Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности
Аммиак (по N)	2	с/т	3
Азот нитритный	3,3	с/т	2
Азот нитратный	9,1	с/т	3
Нефть:			
многосернистая	0,1	о/л	4
прочая	0,3	о/л	4
Фенол	0,001	о/л	4
Алкилсульфаты (группа СПАВ)	0,5	о/л	4
Алкилсульфанаты (группа СПАВ)	0,5	о/л	4
Минерализация	1000*	о/л	-
Хлориды (по Cl ⁻)	350*	о/л	4
Сульфаты (по SO ₄ ²⁻)	500*	о/л	4
Хром Cr ⁶⁺	0,05	о/л	3
Никель	0,1	с/т	3
Медь	1,0	о/л	3
Цинк	1,0	о/с	3
Железо (включая хлорное по Fe)	0,3	о/л	3
Свинец	0,03	с/т	1
Ртуть	0,0005	с/т	2
Кадмий	0,001	с/т	2
Фосфаты (P)	3,5	о/л	4

Примечание. о/л - органолептический ЛПВ, о/с - общесанитарный ЛПВ, с/т - санитарно-токсикологический ЛПВ, р/х-рыбохозяйственный, т - токсикологический ЛПВ. * - показатель для коммунально-бытового водопользования нормируется по отсутствию в воде водного объекта привкусов интенсивностью более 1 балла.

Таблица 2

Общие требования к составу и свойствам воды водотоков и водоемов в местах хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и рыбохозяйственного водопользования.

Показатели	Цели водопользования			
	хозяйственно-питьевые нужды населения	коммунально-бытовые нужды населения	Нужды рыбного хозяйства	
			высшая и первая категории	вторая категория
Взвешенные вещества	При сбросе возвратных (сточных) вод конкретным водопользователем, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на, мг/дм ³			
	0,25	0,75	0,25	0,75
	Для водотоков, содержащих в межень более 30 мг/дм ³ природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5%			
	Возвратные (сточные) воды, содержащие взвешенные вещества со скоростью осаждения более 0,2 мм/с, запрещается сбрасывать в водоемы, а более 0,4 мм/с – в водостоки			
Плавающие примеси (вещества)	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопления других примесей			
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике		Вода не должна приобретать посторонней окраски	
	20 см	10 см		
Запахи, привкусы	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 1 балла, обнаруживаемые: непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки		Вода не должна приобретать посторонней окраски. Вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу, рыбе	
Показатели	хозяйственно-питьевые нужды населения	коммунально-бытовые нужды населения	нужды рыбного хозяйства	
			высшая и первая категории	вторая категория
Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3 ⁰ С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет		Температура воды не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водного объекта более чем на 5 ⁰ С с общим повышением температуры не более чем до 20 ⁰ С летом и 5 ⁰ С зимой для водных объектов, где	

		обитают холодноводные рыбы, и не более чем до 28 ⁰ С летом и 8 ⁰ С зимой в остальных случаях. В местах нерестилищ налима запрещается повышать температуру зимой более чем до 2 ⁰ С	
Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5 – 6,8		
Минерализация воды	Не более 1000 мг/дм ³ в том числе: хлоридов-350 мг/дм ³ , сульфатов-500 мг/дм ³	Нормируется по приведенному выше показателю «привкусы»	Нормируется согласно таксациям рыбохозяйственных водных объектов
Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/дм ³ в любой период года	В зимний (подледный) период не должен быть менее	
		6 мг/дм ³	4 мг/дм ³
		В летний период (открытый) на всех водных объектах должен быть не менее 6 мг/дм ³	
Биохимическое потребление кислорода БПК _{полн.}	Не должно превышать при температуре 20 ⁰ С		3 мг О ₂ /дм ³
	3 мг О ₂ /дм ³	6 мг О ₂ /дм ³	
БПК ₅	2 мг О ₂ /дм ³	4 мг О ₂ /дм ³	2 мг О ₂ /дм ³
Химическое потребление кислорода ХПК	15 мг О ₂ /дм ³	30 мг О ₂ /дм ³	---
Химические вещества	Согласно нормам ПДК		
Возбудители заболеваний	Вода не должна содержать возбудителей заболеваний, в том числе жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших.		
Лактозоположительные (ЛКП)	10000 г в 1 дм ³	5000 г в 1 дм ³	---
Колифаги, не более:	100 в 1 дм ³	100 в 1 дм ³	---
Токсичность воды	---	---	Сточная вода на выпуске в водный объект не должна оказывать острого токсического воздействия на тест объекты

Таблица 3

Предельно допустимые концентрации веществ и их ЛПВ для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Вещество	ПДК для рыбохозяйственных водоемов, мг/л	ЛПВ	Эффективность удаления на биологических очистных сооружениях
Акриловая кислота	0,5	с/т	90
Бутилацетат	0,1	с/т	40
Ацетон	0,05	т	96
Ацетонитрил	0,7	с/т	80
Азот аммонийный	0,39	т	-
Алкилсульфанат	0,5	с/т	80
Бензол	0,5	о/т	80
БПК _{полн}	3,0	о/т	85-98
Взвешенные вещества			
Железо 3+	+ 0,25	о/т	80-98
Кальций	0,1	т	80
Капролактан	180,0	т	-
Акрилонитрил	1,0	т	95
Магний 2+	2,0	т	80
Медь 2+	40,0	т	-
Никель 2+	0,001	т	80
Формальдегид	0,01	т	50
Цинк 2+	0,05	т	80
Цианиды	0,01	т	70
Нефтепродукты	0,05	т	70
Азот нитратный	0,05	р/х	85
Метанол	9,1	с/т	-
Фенол	0,01	с/т	95
Хром 3+	0,001	р/х	95
Ксилол	0,001	с/т	80
Циклогексан	0,05	с/т	60
Сульфаты	0,01	т	0
Хлориды	100,0	с/т	0
Уксусная кислота	300,0	с/т	0
Этиленгликоль	0,01	т	95
Гексаметилендиамин	1,0	с/т	-40
Кадмий 2+	0,01	с/т	50
Хром 6+	0,005	т	60
Свинец 2+	0,001	т	0
Мышьяк 3+	0,1	т	50
Фтор	0,75	т	14
Фосфаты (Р)	1,1	с/т	50
Азот нитритный	0,02	т	0

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5

ТЕМА :МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

В производстве образуются различные категории сточных вод. Сточная вода – вода, бывшая в бытовом, производственном или сельскохозяйственном употреблении, а также прошедшая через загрязненную территорию. В зависимости от условия образования сточные воды делятся на бытовые или хозяйственно-фекальные, атмосферные или промышленные.

Сточные воды загрязнены различными веществами. Комитетом Всемирной организации здравоохранения рекомендована следующая классификация химических загрязнителей воды: биологически нестойкие органические соединения, малотоксичные неорганические соли, нефтепродукты, биогенные соединения, вещества со специфическими токсичными свойствами, в том числе тяжелые металлы, биологические жесткие неразлагающиеся органические синтетические соединения.

Загрязнения в сточных водах имеют различную степень дисперсности. Предложена классификация загрязнений по их фазово-дисперсному состоянию (табл. 1.).

Основные методы обезвреживания сточных вод, т.е. существующие методы очистки в зависимости от дисперсного состояния загрязнений: очистка от грубодисперсных загрязнений (ГДП), мелкодисперсных и коллоидных примесей ; очистка от растворимых молекулярных (органических) загрязнений.

Таблица 1

Классификация загрязнений по фазовому и дисперсному состоянию

Группа	Размер частиц, мкм	Краткая характеристика
Гетерогенные системы		
I – взвеси (ГДП)	10^{-1}	Суспензии и эмульсии, обуславливающие мутность воды, а также микроорганизмы и планктоны
II – коллоидные растворы	$10^{-1} - 10^{-2}$	Золи и растворы высокомолекулярных соединений, обуславливающие окисляемость и цветность воды
Гомогенные системы		
III-молекулярные растворы	$10^{-2} - 10^{-3}$	Газы, растворимые в воде, органические вещества, придающие ей запахи, привкусы
IV – ионные растворы	10^{-3}	Соли, основания, кислоты, обуславливающие минерализованность, щелочность, кислотность воды

Очистка от грубодисперсных загрязнений включает:

- процеживание (использование решеток и сит для извлечения крупных загрязнений, которые могут засорить трубы и каналы);
- отстаивание (осаждение загрязнений под действием силы тяжести в песколовках, отстойниках, осветителях, нефтеловушках, жироловках);
- центробежное воздействие на частицы ГДП (гидроциклоны, центрифуги, сепараторы);
- флотацию (процесс заключается в насыщении жидкости пузырьками воздуха, примыкании частиц загрязнения к пузырьку и всплывании пузырька с извлекаемой примесью);
- осветление во взвешенном слое осадка (фильтрация сточных вод через слой взвешенных частиц);
- фильтрацию (разделение ГДП и жидкости путем пропускания сточной воды через пористые перегородки).

Очистка от мелкодисперсных эмульгированных загрязнений включает:

- реагентную коагуляцию (использование для укрупнения дисперсных и эмульгированных частиц сорбционных свойств гидроокисей, которые образуются при гидролизе солей алюминия или железа, вводимых в обрабатываемую воду);
- флокуляцию (агрегация мелкодисперсных частиц высокомолекулярными соединениями, называемыми флокулянтами);
- электрокоагуляцию (использование для дозирования ионов железа или алюминия, электрохимического растворения стальных или алюминиевых анодов; образование гидроокисей металлов с последующей агрегацией загрязнений и их осаждением).

Методы очистки от растворенных органических загрязнений подразделяются на регенеративные (выделение органических загрязнений без нарушения их структуры) и деструктивные (обезвреживание сточных вод посредством деструкции загрязнений).

Регенеративные включают:

- экстракцию (использование процесса перераспределения примесей сточных вод в смеси двух взаимно растворимых жидкостей);
- ректификацию (разделение органических примесей и воды посредством дистилляции с многократным испарением и конденсацией дистиллята);
- адсорбцию (улавливание органических веществ любыми мелкопористыми адсорбентами, в качестве которых используют активные угли, синтетические сорбенты, минеральные сорбенты и т.д.).

Деструктивные включают:

- биохимическое окисление (основано на способности микроорганизмов использовать органические и минеральные примеси сточных вод для питания в процессе жизнедеятельности);
- жидкофазное окисление (основано на окислении органических загрязнений кислородом воздуха при высокой температуре и высоком давлении);

- окисление химическое (использование сильных окислителей, таких, как хлор, диоксид хлора, гидрохлорид и перманганат калия, перекись водорода, пиролюзит, озон и др.).

Методы очистки от растворенных минеральных загрязнений включают:

- дистилляцию (использование выпарных испарительных установок, выпарных установок с гидрофобным теплоносителем и т.д.);
- замораживание (использование криогенных процессов обессоливания);
- ионный обмен (использование процесса взаимодействия раствора с твердой фазой, обладающей свойствами обменивать ионы, содержащиеся в ней, на другие ионы, присутствующие в растворе. Вещества, составляющие эту твердую фазу, называются ионитами);
- обратный осмос;
- реагентные методы (использование всевозможных химических реакций, позволяющих перевести растворенные неорганические загрязнения в нерастворенные, с последующим выводом их из системы в виде ГДП).

Варианты технологических схем очистки городских и производственных сточных вод

Варианты использования технологических схем очистки городских и производственных сточных вод, а также вторичного использования их в оборотных системах с указанием состава до и после очистки по типовому, передовому и наилучшему уровням представлены на рис. 1, 2.

К типовой технологии водоохраны (ТТВ) относятся три способа отчистки сточных вод: полная биологическая - ПБО (101); полная биологическая с симультанным осаждением для улучшения отчистки по фосфору – ПБОС (102); полная биологическая отчистка с нитрификацией и денитрификацией для улучшения очистки по примесям азотной группы - ПБОН (103) (табл. 1).

Передовая технология водоохраны (ПТВ) предусматривает следующие варианты обработки (дополнительно к типовой): фильтрование на зернистых фильтрах (201); фильтрование на зернистых фильтрах с обработкой в аэрируемых биопрудах (202); флотацию (203); флотацию с обработкой в биопрудах (204); коагуляцию, отдувку аммиака в градирнях десорбции с фильтрованием на зернистых фильтрах (205); фильтрование на зернистых фильтрах и обработку в ионообменных колоннах (206) (табл. 2).

Наилучшая технология водоохраны (НТВ) предусматривает два способа обработки сточных вод: адсорбцию на угольных фильтрах после отчистки по варианту 205 (301); адсорбцию после отчистки по варианту 206 (302) (табл. 3).

Варианты технологических схем очистки производственных сточных вод приведены с использованием механических и физико-химических способов очистки с поэтапным выделением грубодисперсных, эмульгируемых и растворенных загрязнений. Для механического выделения грубодисперсных примесей рекомендовано использовать нефтеулавливание с последующим

флотированием (401) и длительное отстаивание (402) (табл. 4). Для выделения коллоидных загрязнений рекомендуют деэмульгирование реагентами с последующим отстаиванием (501); электрокоагуляцию с последующим отстаиванием (502) и доочистку на зернистых фильтрах после деэмульгации по вариантам 501 и 502 (503) (табл. 5). Для извлечения растворенных минеральных примесей предлагается использовать ионирование на катионитах и анионитах (601). Для глубокого извлечения растворенных органических загрязнений рекомендуется применять сорбционную очистку на угольных фильтрах (602) после фильтрации через зернистую загрузку 503 (если в сточной воде отсутствуют растворенные минеральные загрязнения) или после ионирования (601) (табл. 6).

По рекомендуемым технологиям для производственных сточных вод указаны состав до и после очистки, а также эффективность извлечения компонентов.

Таблица 2

Показатели эффективности очистки по типовой технологии водоохраны

Показатели состава сточных вод	C ₀	Варианты технологических схем					
		101		102		103	
		C _к	Э	C _к	Э	C _к	Э
1	2	3	4	5	6	7	8
Взвешенные вещества	250	12	0,95	10	0,96	10	0,96
БПК _{полн}	250	15	0,94	13	0,948	12	0,955
Азот аммонийный	16	8	0,5	8	0,5	3,2	0,8
Азот нитритный	0	0,1	-	0,1	-	0,1	-
Азот нитратный	0	1,0	-	1,0	-	15	-
Фосфаты (P)	15	75	0,5	3	0,8	1,2	0,92
Нефтепродукты	25	2,5	0,9	2	0,92	2	0,92
СПАВ	20	4	0,8	4	0,8	4	0,8
Хлориды	300	300	0	300	0	300	0
Сульфаты	100	100	0	100	0	100	0
Хром ³⁺	2,5	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8
Никель	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,5
Медь	0,5	0,1	0,8	0,1	0,8	0,1	0,8
Цинк	1,0	0,3	0,7	0,3	0,7	0,3	0,7
Свинец	0,1	0,05	0,5	0,05	0,5	0,05	0,5

Примечание. C₀ – концентрация загрязнений на входе в комплексе очистных сооружений, г/м³; C_к – концентрация загрязнений на выходе, г/м³; Э – степень очистки. Пересчет показателя загрязненности по БПК: для хозяйственно-бытовых сточных вод БПК₅ = 0,75 БПК_{полн}; для производственных сточных вод БПК_{полн} = 1,33 БПК₅, БПК_{полн} = (1,2 - 2) БПК.

Таблица 3

Показатели эффективности очистки по наилучшей технологии водоохраны

Показатели состава сточных вод	C ₀	Варианты технологических схем			
		301		302	
		C _к	Э	C _к	Э
Взвешенные вещества	250	1,0	0,996	0,75	0,997
***БПК _{полн}	250	1,0	0,996	0,5	0,998
Азот аммонийный	16	0,33	0,98	0,16	0,99
Азот нитритный	0	0	-	0	-
Азот нитратный	0	0,1	-	0,08	-
Фосфаты (P)	15	0,075	0,995	0,06	0,996
Нефтепродукты	25	0	1,0	0	1,0
СПАВ	20	0,06	0,997	0,04	0,998
Хлориды	300	240	0,2	230	0,23
Сульфаты	100	80	0,2	77	0,23
Хром ³⁺	2,5	0,01	0,996	0,007	0,997
Никель	0,5	0,05	0,90	0,03	0,94
Медь	0,5	0	1,0	0	1,0
Цинк	1,0	0,05	0,95	0,03	0,97
Свинец	0,1	0,01	0,90	0,008	0,92

Таблица 4

Показатели эффективности механической очистки производственных сточных вод

Показатели состава сточных вод	C ₀	Варианты технологических схем			
		401		402	
		C _к	Э	C _к	Э
Взвешенные вещества	320	40	0,88	130	0,60
БПК ₅	100	100	0	100	0
Нефтепродукты	300	23	0,9	60	0,8
СПАВ	15	3,0	0,8	15	0
Хлориды	300	300	0	300	0
Сульфаты	100	100	0	100	0
Цинк	15	15	0	15	0
Хром	12	12	0	12	0
Никель	18	18	0	18	
Медь	16	16	0	16	0
Железо	22	22	0	22	0
Фенол	2,0	2,0	0	2,0	0
Формальдегид	5,0	2,0	0	2,0	0

Таблица 5

Показатели эффективности физико-химической очистки производственных сточных вод

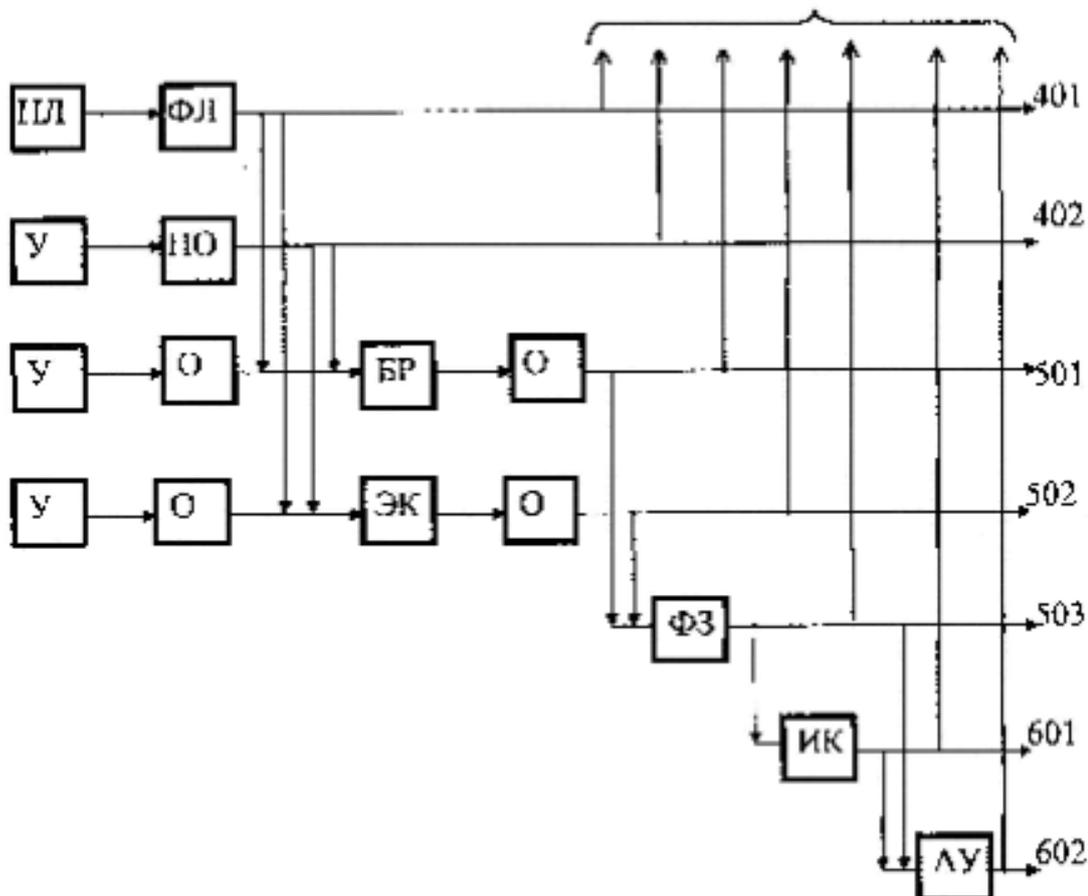
Показатели состава сточных вод	C ₀	Варианты технологических схем					
		501		502		503	
		C _к	Э	C _к	Э	C _к	Э
Взвешенные вещества	320	15	0,95	15	0,95	6	0,98
БПК ₅	100	22,5	0,75	18	0,8	10	0,9
Нефтепродукты	300	2,5	0,99	2,5	0,99	1,5	0,995
СПАВ	15	2,2	0,85	1,8	0,88	0,9	0,96
Хлориды	300	300	0	300	0	300	0
Сульфаты	100	100	0	100	0	100	0
Цинк	15	1,5	0,9	1,5	0,9	0,6	0,96
Хром	12	1,2	0,9	1,2	0,9	0,3	0,975
Никель	18	1,8	0,9	1,8	0,9	0,9	0,95
Медь	16	1,6	0,9	1,6	0,9	0,6	0,96
Железо	22	0,5	0,977	0,5	0,977	0,1	0,995
Алюминий	-	0,5	-	0,5	-	0,25	0,50
Фенол	2,0	0,9	0,55	0,9	0,55	0,45	0,77
Формальдегид	5,0	1,25	0,75	1,25	0,75	0,6	0,88

Таблица 6

Показатели эффективности сорбционной очистки производственных сточных вод

Показатели состава сточных вод	C ₀	Варианты технологических схем			
		601		602	
		C _к	Э	C _к	Э
Взвешенные вещества	320	2	0,994	1,5	0,995
БПК ₅	100	6	0,94	3	0,97
Нефтепродукты	300	0,8	0,997	0,05	0,999
СПАВ	15	0,7	0,95	0,5	0,97
Хлориды	300	240	0,2	240	0,2
Сульфаты	100	80	0,2	80	0,2
Цинк	15	0,05	0,997	0,03	0,998
Хром	12	0,01	0,998	0,007	0,998
Никель	18	0,05	0,997	0,03	0,998
Медь	16	0,001	0,999	0,001	0,999
Железо	22	0,01	0,999	0,01	0,999
Алюминий	0,5	0,05	0,9	0,05	0,9
Фенол	2,0	0,2	0,9	0,001	0,99
Формальдегид	5,0	0,3	0,94	0,01	0,99

Повторное использование



Условные обозначения

ИЛЛ	-- нефтеловушки	У	-- усреднители
ФЛ	-- флотаторы	О	-- отстойники
БР	-- блок реагентной обработки	ФЗ	-- фильтры зернистые
ЭК	-- электрокоагуляторы		
ИК	-- ионообменные фильтры		
ЛУ	-- адсорберы угольные		

Рис. 2. Варианты технологических схем очистки производственных сточных вод

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6

ТЕМА : РАСЧЁТ НЕОБХОДИМОЙ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПЕРЕД СБРОСОМ В ВОДОЁМ

ПРИМЕР: Установить состав сточных вод, допустимый к водоотведению в заданный водный объект.

Исходные данные:

Тип водного объекта - водоток (река)

Вид и категория водопользования - рыбохозяйственный, II категория

Гидрологические характеристики водного объекта:

средняя скорость течения реки, V , м/с, - 0,4

минимальный расход речной воды - 95% обеспеченности, Q , м³, - 110

глубина в месте выпуска H , м, - 5

коэффициент извилистости русла, φ - 1,02

расстояние до расчетного створа, L , м, - 500

Гидрохимическая характеристика водного объекта (табл. 11).

Предприятие - завод крупногабаритного домостроения

Тип выпуска сточных вод - русловой, $\xi = 1,5$

Расход сточных вод, q , 40 м³/час, 0,011 м³/с

В составе сточных вод присутствуют, мг/л: взвешенные вещества – 150; БПК_{полн} – 100; нефтепродукты – 30; хлориды – 80; сульфаты – 30; медь – 3; цинк – 2; железо – 8.

Таблица 1

Гидрохимическая характеристика водного объекта

Показатели состава речной воды	Концентрации загрязнений, мг/л	ПДК, мг/л	ЛПВ
БПК _{полн}	2,8	3,0	-
Взвешенные вещества	4,2	4,2 + 0,25	-
Магний	4,0	40	сан. - токс.
Кальций	2,8	180	сан. - токс.
Хлориды	32,0	300	сан. - токс.
Сульфаты	22,0	100	сан. - токс.
Фосфаты	0,04	0,2	сан. - токс.
СПАВ	0,085	0,5	сан. - токс.
Азот аммонийный	0,06	0,39	токс.
Азот нитритный	0,002	0,02	токс.
Железо	0,04	0,1	токс.
Медь	0,0001	0,001	токс.
Никель	0,001	0,01	токс.
Свинец	0,01	0,1	токс.
Нефтепродукты	0,03	0,05	рыб.хоз.
Фенолы	0,00028	0,001	рыб.хоз.

Решение

Определяем коэффициент, учитывающий влияние места выпуска:

$$\alpha = \varphi \times \xi \times \sqrt[3]{\frac{D}{q}} = 1,02 \times 1,5 \times \sqrt[3]{0,01/0,011} = 1,48$$

Определяем коэффициент смешения:

$$\gamma = \frac{1 - l^{-\alpha^3 L}}{1 + \frac{Q}{q} \times l^{-\alpha^3 L}} = \frac{1 - 2,27^{-1,48^3/500}}{1 + \frac{110}{0,011} \times 2,72^{-1,48^3/500}} = 0,92$$

Определяем кратность разбавления:

$$n = \frac{\gamma \times Q + q}{q} = \frac{0,92 \times 110 + 0,011}{0,011} = 9242$$

Определяем обобщенные гидрохимические показатели качества речной воды:

– по токсикологическому ЛПВ

$$J_p^T = \frac{0,06}{0,39} + \frac{0,002}{0,02} + \frac{0,04}{0,1} + \frac{0,0001}{0,001} + \frac{0,001}{0,01} = 0,95$$

– по санитарно-токсикологическому ЛПВ

$$J_p^{CT} = \frac{4,0}{40} + \frac{2,8}{9,1} + \frac{32}{300} + \frac{22}{100} + \frac{0,04}{0,2} + \frac{0,085}{0,5} = 1,07$$

– по рыбохозяйственному ЛПВ

$$J_p^{p/x} = \frac{0,03}{0,05} + \frac{0,00028}{0,001} = 0,88$$

– по БПК₅

$$J_p^{БПК_5} = \frac{2,8}{3,0} = 0,93$$

– по взвешенным веществам

$$J_p^{ВВ} = \frac{4,2}{4,45} = 0,84$$

Определяем обобщенные гидрохимические показатели допустимого состава сточных вод:

– по токсикологическому ЛПВ

$$J_{CB}^T = 9242 - (9242 - 1) \times 0,95 = 463$$

– по санитарно - токсикологическому ЛПВ,

т.к. $J_p^{CT} > 1$, $J_{CB}^{CT} = 1$;

– по рыбохозяйственному ЛПВ

$$J_{CB}^{p-x} = 9242 - (9242 - 1) \times 0,88 = 1109$$

– по БПК₅

$$J_{CB}^{БПК} = 9242 - (9242 - 1) \times 0,93 = 648$$

– по взвешенным веществам

$$J_{CB}^{ВВ} = 9242 - (9242 - 1) \times 0,94 = 647$$

Расчет допустимого состава сточных вод определяем по формуле

$$C_i^{\text{ЛПВ}} = \frac{J_{\text{СВ}}^{\text{ЛПВ}}}{N_j} \times \text{ПДК}_i$$

Расчет приводим в табл. 2.

Таблица 2

Расчет состава сточных вод, допустимого к водоотведению в заданный водный объект

Показатели загрязнения сточных вод	ПДК, мг/л	ЛПВ	Состав сточных вод, мг/л			Эффект очистки, %	
			Фактический	Допустимый расчетный	Допустимый согласованный	Нормативный	Требуемый
Взвешенные вещества	4,45	-	150	2879	12	80 - 98	92
БПК _{полн}	3,0	-	100	1944	15	85-98	85
Нефтепродукты	0,05	рыб.-хоз.	30	55,45	4,5	85	85
Хлориды	300	сан.-токс.	80	150	80	0	0
Сульфаты	100	сан.-токс.	30	50	30	0	0
Медь	0,001	токс.	3	0,15	0,15	80	95
Цинк	0,01	токс.	2	1,54	0,6	70	70
Железо	0,1	токс.	8	15,4	1,6	80	80

2. Используя данные табл. 3, определить количество растворенных веществ, поступающих в воду от города, в котором проживают 100 тыс. жителей и расходуется 38 тыс. м³/сут, пресной воды, а также количество растворенного вещества, приходящегося на одного жителя.

Таблица 3

Состав городских сточных вод

Компоненты	Диапазон увеличения концентраций, г/м ³	
	в пресной воде	в сточной воде
Аммиак солевой	0,01	5-20
Кальций	15	15-20
Хлориды	25	25-125
Фосфаты	Отсутствуют	10-25

3. Известно, что обобщенный гидрохимический показатель допустимого состава сточных вод по рыбохозяйственному ЛПВ равен 14. Какая концентрация нефтепродуктов, фенолов, СПАВ, сульфатов допустима при отведении в водоем рыбохозяйственного назначения сточных вод?

4. Определить состав сточных вод, допустимый к водоотведению на городские очистные сооружения, если предельно допустимый сброс (ПДС) установлен в количестве: БПК_{полн} - 18 мг/л; взвешенные вещества - 18 мг/л; азот

аммонийный - 0,8 мг/л; нефтепродукты - 0,1 мг/л; фосфаты - 0,8 мг/л; железо - 0,4 мг/л; СПАВ - 0,25 мг/л; медь - 0,025 мг/л. Технологическая схема городских очистных сооружений включает сооружения механической очистки и полной биологической очистки.

5. Определить фактическую концентрацию хлоридов в сточной воде, если концентрации и расходы источников соответственно составляют:

$Q1 = 70 \text{ м}^3/\text{ч};$	$C1 = 26 \text{ мг/л};$
$Q2 = 30 \text{ м}^3/\text{ч};$	$C2 = 120 \text{ мг/л};$
$Q3 = 180 \text{ м}^3/\text{ч};$	$C3 = 60 \text{ мг/л}.$

6. Установить допустимый сброс сточных вод в канализационный коллектор для промпредприятия по БПК_{полн}, азоту аммонийному, фосфатам и СПАВам, если ПДС в водный объект по этим компонентам составляет: по БПК_{полн} - 15 мг/л, азоту аммонийному - 2,5 мг/л, фосфатам - 0,6 мг/л, СПАВам - 0,8 мг/л. Общий объем отводимых сточных вод 500 м³/ч. Очистные сооружения принимают сточные воды от населенного пункта, в котором проживают 30 тыс. человек, и двух предприятий с количеством сточных вод соответственно 22 м³/ч и 40,5 м³/ч. Технологическая схема очистных сооружений представлена сооружениями механической очистки и полной биологической очистки.

7. Назовите способы очистки воды от грубодисперсных примесей. При шлифовке асбестоцементных труб в сточные воды попадают взвешенные вещества концентрацией до 3000 мг/л.

Предложить способы очистки сточных вод завода напорных труб, если требуемая концентрация взвешенных веществ в оборотной воде составляет 20 мг/л.

8. Сточные воды автозаправочных станций (АЗС) содержат главным образом взвешенные вещества и нефтепродукты. Нефтепродукты находятся в пленочном и эмульгированном состоянии. Назовите способы очистки от эмульгированных загрязнений.

Предложить способы очистки промливневого стока АЗС.

9. Назовите методы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Сточные воды гальванического цеха содержат ионы меди, цинка, никеля концентрацией 30 мг/л. Предложить технологические схемы для удаления этих загрязнений, если в оборотной воде концентрация загрязнений не должна превышать 0,04 мг/л.

10. Сточные воды промышленного предприятия содержат: нефтепродукты, хлориды, сульфаты, нитраты, фосфаты, СПАВ, медь, никель, цинк. Определить состав, допустимый к водоотведению в заданный водный объект, если качество речной воды, оцененной по гидрохимическим показателям, составляет:

- по рыбохозяйственному ЛПВ - 0,84;
- по санитарно-токсикологическому ЛПВ - 0,94;
- по токсикологическому ЛПВ - 0,9;
- кратность разбавления - 360.

Предложить технологическую схему очистки сточных вод, позволяющую получить требуемую глубину очистки.

11. Сточные воды промышленного предприятия содержат: нефтепродукты, хлориды, сульфаты, фосфаты, СПАВ, нитриты, нитраты, азот аммонийный, железо. Определить состав сточных вод, допустимый к водоотведению, если известно, что обобщенные гидрохимические показатели допустимого состава сточных вод равны:

- по рыбохозяйственному ЛПВ-8;
- по санитарно –токсикологическому ЛПВ-2;
- по токсикологическому ЛПВ-14.

Предложить технологическую схему очистки сточных вод , позволяющую получить требуемую глубину очистки.

12. Определить состав сточных вод, подаваемых на городские очистные сооружения от населенного пункта, в котором проживают 20 тыс. человек, если норма водоотведения составляет 250 л/сут. от 1 человека.

13. Технологическая схема очистки городских сточных вод включает: песколовки, вторичные отстойники, фильтры с зернистой загрузкой, биологические пруды. Какое количество загрязнений может быть задержано (кг/сут.), если на очистные сооружения подаются сточные воды от населенного пункта, в котором проживают 12 тыс. человек. Производительность очистных сооружений 2400 м³/сут.

14. Сточные воды станции мойки автомобилей содержат нефтепродукты концентрацией 300 мг/л, взвешенные вещества 1200 мг/л, железо - 14мг/л, цинк- 16 мг/л. Определить состав очистных сооружений для создания оборотной системы технического водоснабжения, если требования к оборотной воде составляют:

- по нефтепродуктам 5мг/л;
- по взвешенным веществам 10мг/л;
- по цинку 2мг/л;
- по железу 0,3мг/л.

15. Известен состав речной воды:

БПК 5 –2мг/л	Нитриты –0,01мг/л
Хлориды –12мг/л	Железо –0,02мг/л
Сульфаты –20мг/л	Медь –0,0002мг/л
Магний –18мг/л	Свинец –0,02 мг/л
Кальций –16мг/л	Никель – 0,002мг/л
Нитраты – 2,3 мг/л	Кадмий –0,0004мг/л

Соответствует ли качество воды заданного объекта нормативным требованиям для водоемов:

- а) хозяйственно-питьевого назначения;
- б) рыбохозяйственного назначения.

16. Сточные воды с площадки автозаправочных станций (АЗС) содержат главным образом взвешенные вещества и нефтепродукты. Предложить технологическую схему очистки сточных вод, позволяющую очистить сточные воды от нефтепродуктов до норм ПДК^{р/х}.

17. Как оценивается качество воды по отношению к организмам, живущим в воде? Дать понятие показателей «трофосапробность» и «сапробность». На какие классы, исходя из количественных показателей ингредиентов, делятся воды по отношению к организмам, живущим в воде?

18. Оценить качество воды в природном водоеме по отношению к организмам, живущим в водном объекте, если известно, что индекс трофосапробности воды составляет 7%, общее количество бактерий не превышает 3000 в одном миллилитре, содержание растворенного кислорода в воде 8 мг/л; аммония солевого 0,03 мг/л; нитратов 0,2 мг/л; фосфатов 0,005 мг/л. Какими видами рыб может быть представлена ихтифауна этого водоема?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7

ТЕМА : ЗАЩИТА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

ЗАДАЧА

1. Установить состав сточных вод, допустимый к водоотведению в заданный водный объект.
2. Оценить годовой ущерб от выбросов сточных вод в водный объект.

Исходные данные:

Административный государственный регион РФ - Красноярский край (г. Красноярск), бассейн – р. Енисей.

Тип водного объекта - водоток (река)

Вид и категория водопользования - рыбохозяйственный, II категория

Гидрологические характеристики водного объекта:

средняя скорость течения реки, $V, \text{м/с}$, -0,4

минимальный расход речной воды –95% обеспеченности, $Q, \text{м}^3$, -110

глубина в месте выпуска $H, \text{м}$, -5

коэффициент извилистости русла, φ -1,01

расстояние до расчетного створа, $L, \text{м}$, -500

Гидрохимическая характеристика водного объекта (табл. 14).

Предприятие – завод крупногабаритного домостроения, время работы – 16 часов в сутки.

Тип выпуска сточных вод – русловой, $\xi=1,5$

Расход сточных вод, $q, 40 \text{м}^3/\text{ч} = 0,01 \text{м}^3/\text{с}$.

В составе сточных вод присутствуют, $C, \text{мг/л}$: вешенные вещества –150;

БПК_{полн}-100; нефтепродукты-30;

хлориды-80;

сульфаты-30;

медь-3;

цинк-2; железо-8.

Таблица 1

Гидрохимическая характеристика водного объекта

Показатели состава речной воды	Концентрации загрязнений, мг/л	ПДК, мг/л	ЛПВ
БПК _{полн}	2,8	3,0	-
Взвешенные вещества	4,2	4,2+0,25	-
Магний	4,0	40	сан.-токс.
Кальций	2,8	180	сан.-токс.
Хлориды	32,0	300	сан.-токс.
Сульфаты	22,0	100	сан.-токс.

Фосфаты	0,04	0,2	сан.-токс.
СПАВ	0,085	0,5	сан.-токс.
Азот аммонийный	0,06	0,39	токс.
Азот нитритный	0,002	0,02	токс.
Железо	0,04	0,1	токс.
Медь	0,0001	0,001	токс.
Никель	0,001	0,01	токс.
Свинец	0,01	0,1	токс.
Нефтепродукты	0,03	0,05	рыб.хоз.
Фенолды	0,0028	0,001	рыб.хоз.

Решение:

1.1. Определяем коэффициент диффузии:

$$D = \frac{VN}{200} = 0,4 \times \frac{5}{200} = 0,01$$

где V- средняя скорость течения реки, м/с

N- глубина в месте выпуска, м

1.2. Определяем коэффициент, учитывающий влияние места выпуска:

$$\alpha = \varphi \times \xi \times \sqrt[3]{\frac{D}{q}} = 1,01 \times 1,5 \times \sqrt[3]{0,01/0,011} = 1,48$$

где α - коэффициент извилистости русла;

ξ - коэффициент, зависящий от типа выпуска сточных вод;

1.3. Определяем коэффициент смешения:

$$\gamma = \frac{1 - l^{-\alpha^3 L}}{1 + \frac{Q}{q} \times l^{-\alpha^3 L}} = \frac{1 - 2,27^{-1,48^3/500}}{1 + \frac{110}{0,011} \times 2,27^{-1,48^3/500}} = 0,92$$

где Q – расход речной воды; м³, q – расход сточной воды, м³/с, L - расстояние до расчетного створа, м

1.4. Определяем кратность разбавления:

$$n = \frac{\gamma \times Q + q}{q} = \frac{0,92 \times 110 + 0,011}{0,011} = 9242$$

1.5. Определяем обобщенные гидрохимические показатели качества речной воды:

- по токсикологическому ЛПВ:

$$J_p^m = \sum_{i=1}^{N_1} \frac{C_i^m}{\text{ПДК}_i};$$

где N – количество компонентов, содержащихся в речной воде, с данным ЛПВ;

C_i^m - концентрация загрязнений i- го компонента с токсикологическим ЛПВ;

ПДК_i – предельно допустимая концентрация i-го компонента (см.табл.)

$$J_p^r = \frac{0,06}{0,39} + \frac{0,002}{0,02} + \frac{0,04}{0,1} + \frac{0,0001}{0,001} + \frac{0,001}{0,01} = 0,95$$

- по санитарно-токсикологическому ЛПВ:

$$J_p^m = \sum_{i=1}^N \frac{C_i^m}{\text{ПДК}_i}$$

$$J_p^{ст} = \frac{4,0}{40} + \frac{2,8}{9,1} + \frac{32}{300} + \frac{22}{100} + \frac{0,04}{0,2} + \frac{0,085}{0,5} = 1,07$$

- по рыбохозяйственному ЛПВ:

$$J_p^{p-x} = \sum_{i=1}^{N_2} \frac{C_i^{p-x}}{\text{ПДК}_i}$$

$$J_p^p = \frac{0,03}{0,05} + \frac{0,00028}{0,001} = 0,88$$

- по БПК:

$$J_p^{\text{БПК}} = \sum_{i=1}^N \frac{C_i^{\text{БПК}}}{\text{ПДК}_i}$$

$$J_p^{\text{БПК}} = \frac{2,8}{3,0} = 0,93$$

- по взвешенным веществам:

$$J_p^{\text{ВВ}} = \sum_{i=1}^N \frac{C_i^{\text{ВВ}}}{\text{ПДК}_i}$$

$$J_p^{\text{ВВ}} = \frac{4,2}{4,45} = 0,84$$

1.6. Определяем обобщенные гидрохимические показатели допустимого состава сточных вод из условия:

- 1) если $J_p^{\text{ЛПВ}} < 1$, то $J_p^{\text{ЛПВ}} = n - (n - 1) \times J_p^{\text{ЛПВ}} < 1$; где n – кратность разбавления; $J_p^{\text{ЛПВ}}$ – обобщенный гидрохимический показатель качества речной воды;
- 2) $J_p^{\text{ЛПВ}} > 1$, то есть фоновое загрязнение водоема не позволит получить требуемое качество воды в расчетном створе, тогда $J_{св}^{\text{ЛПВ}} = 1$ и устанавливается исходя из отношения нормативных требований к составу и свойствам воды водных объектов и самим сточным водам.

- по токсикологическому ЛПВ:

$$J_{св}^r = 9242 - (9242 - 1) \times 0,95 = 463$$

- по санитарно-токсикологическому ЛПВ:

$$J_{\text{св}}^{\text{с/т}} = 1$$

- по рыбохозяйственному ЛПВ:

$$J_{\text{св}}^{\text{р-х}} = 9242 - (9242 - 1) \times 0,88 = 1109$$

- по БПК:

$$J_{\text{св}}^{\text{БПК}} = 9242 - (9242 - 1) \times 0,93 = 648$$

- по взвешенным веществам:

$$J_{\text{св}}^{\text{вв}} = 9242 - (9242 - 1) \times 0,94 = 647$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8

ТЕМА :РАСЧЕТ УЩЕРБА ОТ ВЫБРОСОВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Расчет допустимого состава сточных вод определяем по формуле:

$$C_{CB}^{ЛПВ} = \frac{J_{CB}^{ЛПВ}}{N_j} \times ПДК_i$$

где $J_{CB}^{ЛПВ}$ – обобщенный гидрохимический показатель допустимого состава сточных вод; N_j – количество компонентов, содержащихся в сточной воде, с данным ЛПВ;

Требуемый эффект очистки:

$$\mathcal{E} = \frac{C_i^{факт} - C_i^{соглас}}{C_i^{факт}} \times 100\%$$

Расчет приводим в табл. 1:

Таблица 1

Расчет состава сточных вод, допустимого к водоотведению в заданный водный объект

Показатели Загрязнения сточных вод	ПДК, мг/л	ЛПВ	Состав сточных вод, мг/л			Эффект очистки, %	
			Факти- ческий	Допус- тимый расчетный	Допус- тимый согла- сован- ный	Норматив- ный	Требу- емый
Взвешенные вещества	4,45	-	150	2879	12	80 - 98	92
БПК _{полн}	3,0	-	100	1944	15	85-98	85
Нефтепродукты	0,05	рыб.- хоз.	30	55,45	4,5	85	85
Хлориды	300	сан.- токс.	80	150	80	0	0
Сульфаты	100	сан.- токс.	30	50	30	0	0
Медь	0,001	токс.	3	0,15	0,15	80	95
Цинк	0,01	токс.	2	1,54	0,6	70	70
Железо	0,1	токс.	8	15,4	1,6	80	80

Тип выпуска СВ для нечетных вариантов – русловой; для четных вариантов – береговой.

Ущерб от выбросов в водные объекты:

$$УВ = У \times k(\lambda) \left(\sum a_i(\lambda) \times m_i \right); \text{ руб}$$

где У – удельный экологический ущерб, руб/усл. т., в ценах 1999г. (см. табл.6)

$k(\lambda)$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости (см. табл.6)

$a_i(\lambda)$ – коэффициент эколого-экономической опасности загрязняющего вещества i -го вида в водоем, усл.т./т. (табл.

m_i - масса сброса загрязняющего вещества i -го вида в водоем, т/год)

Решение:

Для Ташкентской области , бассейн реки Чирчик:

$У=7600,4$ руб/усл.т.

$k(\lambda) = 1,31$

$a_i(\lambda)$: взвешенные вещества-0,15

БПК-0,3

Нефтепродукты-20,0

Хлориды-0,05

Сульфаты-0,05

Медь-550

Цинк-90

Железо-1,0

Найдем массу сброса загрязняющего вещества i -го вида в водоем, т/год:

для взвешенных веществ $m = 40000 \times 150 \times 10^{-9} \times 16 \times 252 = 24$ т/год

$$УВ = 7600,4 \times 1,31 \times (24 \times 0,15 + 16 \times 0,3 + 5 \times 20 + 13 \times 0,05 + 5 \times 0,05 + 0,5 \times 550 + 0,32 \times 90 + 1,3 \times 10) = 4125983,5$$

сум

Таблица 2

№ варианта	Административно-государственный регион РУз, водный бассейн (по выбору)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
11.	
12.	

Таблица 3

Бассейны морей и основных рек	$k(\lambda)$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости	У – удельный экологический ущерб, руб / усл. т., в ценах 1999 г.
Бассейн р. Енисей Красноярский край	1,02-1,31	7600,4
Бассейн р. Амур Амурская обл.	1,00-1,10	4343,1
Бассейн р. Обь, Новосибирская обл.	1,02-1,14	8686,2
р. Северная Двина, Архангельская обл.	1,02-1,69	6454,3
р. Днепр, Курская обл.	1,04-1,24	8083,0
р. Днепр, Смоленская обл.	1,10-1,55	8203,6
р. Дон, Тамбовская обл.	1,11-1,12	8987,8
р. Днепр, Брянская обл.	1,10-1,50	6936,9
р. Терек, республика Дагестан	1,11	7600,4
р. Волга, Волгоградская обл.	1,06	8324,3
р. Нева, г. Санкт-Петербург	1,11-1,17	10543,0
р. Нева, Ленинградская обл.		9470,2
р. Ангара, Иркутская обл.	1,02-1,70	6876,6
р. Ока, г. Москва	1,16-1,41	12245,1
р. Ока, Владимирская обл.	1,16-1,18	9108,4
р. Кама, Свердловская обл.	1,09-1,10	9470,3
р. Иртыш, Омская обл.	1,02-1,18	8505,2
р. Исети, Челябинская обл.	1,05-1,20	10978,4
р. Тобол, Тюменская обл.	1,02-1,05	8565,6
р. Урал, Оренбургская обл.	1,08-1,81	7902,0

Загрязняющие вещества a_i (λ)**Вещества и химические соединения преимущественно IV и III классов опасности**

Сульфаты, хлориды, соли жесткости (Ca, Mg, K, Na) мочевины и 0,05 др. химические соединения с ПДК_{РХ} ≥ 40 г/м³

Нитраты, карбамидная смола, лак битумный, кальций фосфор – 0,20
нокислый, метилхлорид, танниды и др. химические соединения с ПДК_{РХ} $\geq 5,0$ до 40 г/м³

Взвешенные вещества 0,15

БПК_{полн}, далапон, метилцеллюлоза, гуминовые кислоты, 0,30

ОЖК, полиэфир, силикат калия, сульфат бария, углен (взвесь, волокно), фталевая кислота, этилен и др. химические соединения с ПДК_{рх} ≥ 2,0 до 4,0 г/м³

Азот общий, алюминий, фосфор общий, железо общее, 1,00

аммония-ион, ацетилнитрол, бензол, диметилацетомид, карбомол, метазин, нитрат аммония (NH), толуол, гексан и др. химические соединения с ПДК РХ ≥ 0,5 до 2,0 г/м³

Химические соединения III и II классов опасности

Ацетат-ион (натрий уксуснокислый), бутилацетат, 3,50
диметилформамид, лапрол, неонол, сульфанола НП-1, скипидар, формалин, фосфорнокислый калий, хлорат магния, этиленгликоль и др. химические соединения с ПДК_{рх} ≥ 0,2 до 0,5 г/м³

Гликозин, масло легкое таловое, метанол, нефтеполимерная смола, радонид калия, свинец (Pb²⁺), СПАВ, стирол, фосфор пятихлористый, хлористый литий, барий и др. химические соединения с ПДК_{рх} ≥ 0,06 до 0,2 г/м³

Ацетон, ацетофенон, аммиак, бутиловый спирт, нефть и нефтепродукты, масла, жиры и др. химические соединения 20,00 с ПДК_{рх} ≥ 0,02 до 0,06 г/м³

Капролоктам, кобальт, никель, марганец, мышьяк, цианиды, 90,00
хром (Cr³⁺), цинк, формальдегид и др. химические соединения с ПДК_{рх} ≥ 0,006 до 0,02 г/м³

Атразин, ацетонилд, карбозолин, нафталин, пестициды, 250,00
кадмий (Cd²⁺) и др. химические соединения с ПДК_{рх} ≥ 0,003 до 0,006 г/м³
Ванадий, гидрохинон, дихлорэтан, кадмий (Cd²⁺), 550,00
ксантагены, медь, фенолы, хром шестивалентный и др. химические соединения с ПДК_{рх} ≥ 0,001 до 0,003 г/м³

Высокотоксичные химические соединения I класса опасности

Дибутилфосфат натрия, литий (гидрооксид), метол, 2000,00
синтанол ДС-10, циклогексан, ялан и др. химические соединения с ПДК_{рх} ≥ 0,0005 до 0,0009 г/м³

Алифитические амины, гидразин гидрат, димилин, 5000,00
дуал, катофор, поликарбацин, реглан, цинеб и др. химические соединения с ПДК_{рх} ≥ 0,0002 до 0,0005 г/м³

Анилин, бенз(а)пирен, додефилбензол, ИКВ-6-2 (ингибитор коррозии металлов), 15000,00
ртуть (Hg²⁺), моноэтиламин, сулема, неонол ТО 20-3, суффикс, тетраэтиловинец и др. химические соединения с ПДК_{рх} X ≥ 0,00

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9

ТЕМА :РАСЧЕТ УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ

Мониторингом земель называют систему наблюдения за тем, в каком состоянии находится земельный фонд. Такой мониторинг является частью мониторинга окружающей среды на государственном уровне. Расчёт ущерба почвам и порядок проведения подобного исследования устанавливаются, опираясь на законодательство, где есть специальное положение про проведение мониторинга земли.

Расчёт ущерба почвам имеет следующие задачи:

- вовремя выявить изменения, которые относятся к состоянию почвы;
- оценить изменения, сделать прогноз и разработать список рекомендаций, которые помогут предупредить и устранить последствия негативного воздействия;
- обеспечение данными ведение земельного кадастра государственного уровня, а также контроля земель, и других функций, которые выполняют муниципальные и государственные управления по ресурсам земли;
- донести информацию до жителей страны про состояние экологии, в общем, и отдельно про состояние земли.

Расчёт ущерба почвам должен охватывать всю территорию государства независимо от того в какой собственности она находится, а также независимо от характера ее применения. Во время расчетов производится постоянное наблюдение за общим состоянием земли, а также должны выявляться любые изменения и провести их оценку.

Расчёт ущерба почвам имеет такие этапы:

1. сбор сведений про то, в каком состоянии находится земля, а также как ее обрабатывают и сохраняют;
2. постоянное наблюдение за тем как применяются земли, опираясь на их назначение, и также на что было выдано разрешение для их применения;
3. оценка и анализирование, в каком состоянии находится качество земли, здесь учитываются действие антропогенных и природных факторов.

ПОРЯДОК ИСЧИСЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ВРЕДА, ПРИЧИНЕННОГО ЗЕМЛЯМ

Размер вреда, причиненного землям в результате антропогенного воздействия, в общем случае определяется по формуле (1), при исчислении размера вреда, нанесенного имуществу граждан и юридическим лицам (2):

$$Вп = Ки \times (Вп(хв) + Вп(отх) + Вп(д)) , (1)$$

$$Вп = Ки \times (Вп(хв) + Вп(отх) + Вп(д) + (Дх \times S \times Кв)) , (2)$$

где: Вп – размер вреда, причиненного землям (плодородному слою почвы) в результате антропогенных воздействий, в том числе нарушений законодательства в сфере охраны окружающей среды и природопользования;

Ки – коэффициент индексации, определяется исходя из уровня инфляции;

Вп (хв) – размер платы за ущерб от загрязнения земель одним или несколькими (от 1 до n) химическими веществами;

Вп(отх) – размер вреда от захламления земель отходами производства и потребления;

Вп (д) – размер ущерба от деградации почв и земель;

Дх - годовой доход с единицы площади;

S – площадь, причиненного землям (плодородному слою почвы) вреда (га);

Кв – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель, определяемый согласно табл. 1.

Значение коэффициента пересчета (Кв) дохода с сельскохозяйственных земель в зависимости от периода времени их восстановления до прежней продуктивности

Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета	Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета
1 год	0,9	8-10 лет	5,6
2 года	1,7	11-15 лет	7,0
3 года	2,5	16-20 лет	8,2
4 года	3,2	21-25 лет	8,9
5 лет	3,8	26-30 лет	9,3
6-7 лет	4,6	31 и более лет	10,0

При отсутствии данных, необходимых для исчисления размера вреда, проводятся дополнительные обследования, расчеты, замеры и т.п. В случае привлечения экспертов, а также специализированных организаций данные работы проводятся за счет средств правонарушителя. В этом случае в общую сумму причиненного вреда включаются затраты на проведение работ по оценке вреда и оформлению соответствующих документов.

Исчисление размера вреда, причиненного землям загрязнением химическими веществами (В), осуществляется по формуле (3):

$$Вп(хв) = \sum (Нс \times Кб(i) \times S(i) \times Кз(i) \times Кэ(i) \times Кг \times 2) + Зф \quad (3)$$

где: Вп (хв) – размер платы за ущерб от загрязнения земель одним или несколькими (от 1 до n) химическими веществами; Нс – норматив стоимости сельскохозяйственных земель; Кб(i) – коэффициент пересчета в зависимости от бонитировочного балла i-го района; Si – площадь земель, загрязненных химическим веществом i-го вида (га); Кз(i) – коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель химическим веществом i-го вида; Кэ(i) – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории i-го экономического района; Кг – коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель; 2 – коэффициент, для особо охраняемых природных территорий и зон экологического бедствия; Зф – затраты на проведение работ по расчету размеров вреда, причиненного землям загрязнением их химическими веществами. Этот вид затрат включает в себя стоимость работ по выполнению необходимых аналитических обследований, расчетов, экспертных оценок, аудиторских заключений, проведенных специализированными организациями и экспертами. Затраты (расходы) должны быть подтверждены документально договорами, актами выполненных работ или другими предусмотренными законодательством финансовыми документами.

Таблица 2

Коэффициенты (Кз) для расчета размеров ущерба в зависимости от степени загрязнения земель химическими веществами

Уровень загрязнения	Степень загрязнения земель	Значение показателя Zc	Коэффициент пересчета
1	Допустимая	Менее 2	0
2	Слабая	2-8	0,3
3	Средняя	8-32	0,6
4	Сильная	32-64	1,5
5	Очень сильная	Более 64	2,0

Таблица 3

Коэффициенты (Кг) для расчета ущерба в зависимости от глубины загрязнения земель

Глубина загрязнения земель, см	Кг
0-5	0,5
0-10	0,7
0-20	1,0
0-50	1,3
0-100	1,5
0-150	1,7
0- >150	2,0

Степень загрязнения земель характеризуется пятью уровнями: допустимым (1 уровень), слабым (2), средним (3), сильным (4) и очень сильным (5). Под допустимым уровнем загрязнения понимается содержание в почве химических веществ, не превышающее их предельно допустимых концентраций (ПДК) или ориентировочно допустимых концентраций (ОДК). При допустимом уровне загрязнения коэффициент Кз приравнивается к 0, тогда Вп (хв) = 0, следовательно плата не взимается. Содержание в почве химических веществ, соответствующее различным уровням загрязнения.

Таблица 4

Предельно допустимые концентрации химических веществ в почвах

Элемент, химическое вещество	Величина ПДК, мг/кг почвы
Валовые формы	
Марганец	1500
Мышьяк	2,0
Ртуть	2,1
Свинец	32
Хром шестивалентный	0,05
Сернистые соединения	160
Нитраты	130
Водорастворимая форма	
Фтор	10

Подвижные формы	
Свинец	6
Никель	4
Хром трехвалентный	6
Медь	3
Цинк	23
Кобальт	5
Марганец: для черноземов	700
Для дерново-подзолистых почв	
При рН 4,0	300
рН 5,1-6,0	400
рН > 6,0	500

Нормирование загрязнения почв

Нормирование загрязнения почв представляет собой чрезвычайно сложную задачу. С одной стороны, существуют десятки типов почв, сильно отличающихся по как по составу, так и по структуре. Основными типами почв принято считать: песчаные, дерново-подзолистые, луговые, солонцы, черноземные, красноземные. Они подразделяются на большое число подвидов.

Предельно допустимая концентрация ЭХВ в почве – это такое максимальное его количество (в мг/кг пахотного слоя абсолютно сухой почвы), установленное в экстремальных почвенно-климатических условиях, которое гарантирует отсутствие отрицательного прямого или опосредованного через контактирующие с почвой среды воздействия на здоровье человека, его потомство и санитарные условия жизни населения. Химические вещества из почвы различными путями попадают в организм человека. Они оказывают вредное влияние на состояние самой почвы, на органолептические показатели атмосферного воздуха, воды и пищевых продуктов, поэтому загрязнённость почвы тем или иным веществом оценивается несколькими показателями вредности. Рассмотрим их более подробно.

Токсикологический показатель вредности характеризует степень опасности для здоровья людей при суммарном воздействии ЭХВ почвы на человека всевозможными путями.

Под пороговой концентрацией ЭХВ в почве по токсикологическому показателю вредности понимают такое его количество в почве (мг/кг абсолютно сухой почвы), при котором поступление этого вещества в организм человека при непосредственном контакте с почвой, по одному или многим путям миграции не оказывает прямого или отдалённого действия на здоровье популяции (населения).

Миграционно-воздушный показатель вредности учитывает поступление ЭХВ из почвы в атмосферный воздух с почвенной пылью, с водными парами и другими носителями. При этом за пороговую концентрацию по этому показателю вредности принимают то содержание ЭХВ в почве (в мг/кг абсолютно сухой почвы), при котором среднесуточное поступление вещества в атмосферный воздух не приведёт к превышению установленной для него среднесуточной ПДК в атмосферном воздухе.

Миграционно-водный показатель вредности характеризует процессы миграции ЭХВ в поверхностные и грунтовые воды. Пороговой концентрацией по этому

показателю вредности является то его максимальное количество в почве, при котором поступление химического соединения в грунтовые воды и открытые водоёмы с поверхностным стоком не создает концентраций, превышающих *ПДК* для воды водоёмов.

Фитоаккумуляционный (транслокационный) показатель вредности характеризует процесс миграции химического вещества из почвы в культурное растение и накопления его в фитомассе товарной части растения, используемой в качестве продуктов питания. Под пороговой концентрацией по этому показателю вредности понимают то количество химического вещества в почве, при котором накопление этого вещества фитомассой товарных частей к моменту сбора урожая не превысит установленных для продуктов питания допустимых концентраций (*ПДК*). С учётом миграции вредных веществ в сельскохозяйственную продукцию устанавливают *ПДК* для почв сельскохозяйственного назначения.

Органолептический показатель вредности характеризует изменение запаха атмосферного воздуха, вкуса, цвета и запаха воды и пищевых продуктов. Под пороговой концентрацией по органолептическому показателю вредности понимают то максимальное количество *ЭХВ* в почве, которое не влияет на органолептические свойства атмосферного воздуха, воды и продуктов питания, полученных из растений, выросших на этой почве.

Общесанитарный показатель вредности характеризует изменение биологической активности почвы, определяющее самоочищение почвы от *ЭХВ*. Под пороговой концентрацией *ЭХВ* по этому показателю вредности понимают то его максимальное количество (мг/кг абсолютно сухой почвы), которое вызывает на 5-7-е сутки, как изменение общей численности почвенных микроорганизмов, так и численности микроорганизмов основных физиологических групп не более чем на 50%, а также ферментативной активности почвы не более чем на 25 % по сравнению с аналогичными показателями контрольных проб.

Таблица 5

Пороговые концентрации по отдельным показателям вредности и *ПДК ЭХВ* в почве (Гончарук Е.И., Сидоренко Г.И. 1996)

<i>ЭХВ</i>	Пороговые концентрации по показателям вредности, мг/кг						<i>ПДК</i> , мг/кг
	Общесанитарный	Миграц.-водный	Миграц.-воздушный	Фитоаккумуляционный	Органолептический	Токсикологический	
Гардона	5,0	10,0	20,0	1,4	1,4	2,8	1,4
ГПХ	1,5	0,1	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05
Дихлор	10,0	50,0	10,0	0,5	1,5	2,0	0,5
Цинеб	5,0	2,5	48,0	1,8	10,0	3,6	1,8

Предельно допустимые концентрации некоторых химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности

Вещества	Форма, содержание	ПДК, мг/кг почвы с учётом фона	Показатели вредности (K_{\max})				Класс опасности
			Транслока- ционный K_1	Миграционный		Обще- санитар- ный K_4	
				Водный K_2	Воздушный K_3		
Медь	Подвижная	3,0	3,5	72,0	–	3,0	2
Хром	»	6,0	6,0	6,0	–	6,0	2
Никель	»	4,0	6,7	14,0	–	4,0	2
Цинк	»	23,0	23,0	200,0	–	37,0	1
Кобальт	»	5,0	25,0	>1000,0	–	5,0	2
Фтор	Водорастворимая	10,0	10,0	10,0	–	25,0	1
Сурьма	Валовое содержание	4,5	4,5	4,5	–	50,0	2
Марганец	»	1500,0	3500,0	1500,0	–	1500,0	3
Ванадий	»	150,0	170,0	350,0	–	150,0	3
Марганец + ванадий	»	1000,0 + 100,0	1500,0 + 150,0	2000,0 + 200,0	–	1000,0 + 100,0	3
Свинец	»	30,0	35,0	260,0	–	30,0	1
Мышьяк	»	2,0	2,0	15,0	–	10,0	1
Ртуть	»	2,1	2,1	33,0	–	5,0	1
Свинец + ртуть	»	20,0 + 1,0	20,0 + 1,0	30,0 + 2,0	–	50,0 + 2,0	1
Хлористый калий	»	560,0	1000,0	560,0	1000,0	5000,0	3
Нитраты	»	130,0	180,0	130,0	–	225,0	2
Бенз(а)пирен	»	0,02	0,2	0,5	–	0,02	1
Бензол	»	0,3	3,0	10,0	0,3	50,0	2

Толуол	»	0,3	0,3	100,0	0,3	50,0	2
Изопропилбензол	»	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0	1
Альфа-метилстирол	»	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0	2
Стирол	»	0,1	0,3	100,0	0,1	1,0	2
Ксилол	»	0,3	0,3	100,0	0,4	1,0	2
<i>Сернистые соединения:</i>							
сероводород	»	0.4	160.0	140.0	0.4	160.0	3
элементарная сера	»	160,0	180,0	380,0	–	160,0	3
серная кислота	»	160,0	180,0	380,0	–	160,0	1
Отходы флотации угля	»	3000,0	9000,0	3000,0	6000,0	3000,0	2
Комплексные гранулированные удобрения (N:P:K = 64:0:15)	»	120,0	800,0	120,0	800,0	800,0	3
Жидкие комплексные удобрения (N:P:K = 10:34:0)	»	80,0	800,0	80,0	>800,0	800,0	3

Примечание: ПДК могут корректироваться в соответствии с действующими нормативными документами.

Химическое загрязнение почв оценивается по суммарному показателю химического загрязнения (Z_c).

Суммарный показатель химического загрязнения (Z_c) характеризует степень химического загрязнения почв обследуемых территорий различных классов опасности.

Данный показатель определяется как сумма коэффициентов концентраций отдельных компонентов загрязнения:

$$Z_c = K_{c1} + \dots + K_{cn} - (n - 1)$$

где n – число определяемых элементов; K_{ci} – коэффициент концентрации i -го загрязняющего компонента, равный частному от деления массовой доли i -го вещества в загрязнённой и «фоновой» почве для тяжёлых металлов.

Для получения данных о региональных фоновых уровнях загрязнения должны быть отобраны фоновые пробы почв вне сферы локального антропогенного воздействия. Отбор фоновых проб производится на достаточном удалении от поселений (с наветренной стороны), не менее чем в 500 м от автодорог, на землях (лугах, пустошах), где не осуществлялось применение пестицидов и гербицидов. При отсутствии фактических данных по регионально-фоновому содержанию контролируемых химических элементов в почве, допускается использование справочных материалов или ориентировочных значений

Для загрязняющих веществ не природного происхождения коэффициент концентрации определяют как частное от деления массовой доли загрязняющего вещества к его ПДК

Таблица 7

Фоновые содержания валовых форм тяжёлых металлов и мышьяка в почвах (мг/кг)

Почвы	Zn	Cd	Pb	Hg	Cu	Co	Ni	As
Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	28	0,05	6	0,05	8	3	6	1,5
Дерново-подзолистые суглинистые и глинистые	45	0,12	15	0,10	15	10	30	2,2
Серые лесные	60	0,20	16	0,15	18	12	35	2,6
Чернозёмы	68	0,24	20	0,20	25	25	45	5,6
Каштановые	54	0,16	16	0,15	20	12	35	5,2
Серозёмы	58	0,25	18	0,12	18	12	40	4,5

К дополнительным показателям экологического состояния почв селитебных территорий относятся генотоксичность и показатели биологического загрязнения (число патогенных микроорганизмов, коли-титр и содержание яиц гельминтов).

Таблица 8

Критерии экологического состояния почв селитебных территорий

№ п/п	Показатели	Норма
	Основные показатели:	
1	Суммарный показатель химического загрязнения (Z_c)	менее 16
	Дополнительные показатели	
1	Содержание яиц гельминтов в 1 кг почвы	отсутствие

2	Число патогенных микроорганизмов в 1г почвы	менее 10^4
3	Коли-титр*	более 1,0
4	Генотоксичность почвы (рост числа мутаций по сравнению с контролем), число раз	до 2

Загрязнение почвы обычно определяется с помощью аналитических лабораторных методов. Лишь в некоторых случаях загрязнение, например радиоактивное, исследуется приборным способом на месте.

Нормирование загрязняющих веществ в почве

Определить массу и объем осадка, образовавшегося после очистки бытовых сточных вод, который допустимо использовать в качестве удобрения для сельскохозяйственного объекта.

Расчет количества осадка, который возможно использовать в качестве удобрения, проводится по следующей методике:

1. Составляется уравнение материального баланса, исходя из условия равномерного смешивания осадка с плодородным слоем почвы

$$C_f \cdot M + C_{oc} \cdot m = C_{см} (M + m),$$

где C_f – фоновая концентрация i -го вещества в почве, мг/кг почвы; M – масса плодородного слоя почвы, кг; C_{oc} – концентрация i -го вещества в осадке, мг/кг осадка; m – масса осадка, кг; $C_{см}$ – концентрация i -го вещества в почве после смешивания ее с осадком, мг/кг почвы.

Для того чтобы осадок можно было использовать в качестве удобрения, необходимо соблюдение следующего основного условия для каждого вещества:

$$C_{см} \leq \text{ПДК},$$

где ПДК – предельно-допустимая концентрация i -го вещества в почве, мг/кг почвы.

2. Определяется объем W и масса M плодородного слоя почвы на участке по формулам:

$$W = H \cdot S, \quad M = W \cdot \rho_p,$$

где H – мощность почвенного слоя, м; S – площадь с/х объекта (участка), м², ρ_p – плотность почвы, т/м³.

3. Масса осадка m , подлежащего размещению на участке, определяется по вышеприведенной формуле материального баланса:

$$m = M \cdot (C_{см} - C_f) / C_{oc} - C_m$$

4. Максимальный объем осадка V , предназначенного для размещения на участке, составит:

$$V = m / \rho_{oc}$$

где ρ_{oc} – плотность осадка, т/м³.

Высота осадка будет равна: $h = V/S$

ПРИМЕР.

Осадок, образовавшийся при очистке бытовых сточных вод, содержит медь в концентрации $C(\text{Cu})=14\text{г/м}^3$ и нитраты в концентрации $C(\text{NO}_3^-)=450\text{г/м}^3$. Плотность осадка $\rho_{oc} = 1,30\text{т/м}^3$. Плодородный слой участка представлен серыми лесными почвами суглинистого механического состава мощностью $H=0,3\text{м}$ и плотностью $\rho_p = 1,55\text{т/м}^3$. Фоновая концентрация меди в почве по данным санитарно-эпидемиологической службы равна $C_f(\text{Cu})=0,3\text{мг/кг}$ почвы, нитратов – $C_f(\text{NO}_3^-)=40\text{мг/кг}$.

Требуется определить массу m , объем V и высоту h осадка, который допустимо использовать в качестве удобрения для с/х объекта на площади $S=0,5\text{га}$.

Решение:

Объем и масса плодородного слоя почвы на участке площадью $S=0,5$ га составят:
 $W = 0,3 \text{ м} \cdot 5000 \text{ м}^2 = 1500 \text{ м}^3$, $M = 1500 \text{ м}^3 \cdot 1,55 \text{ т/м}^3 = 2325 \text{ т}$.

Для определения массы осадка по уравнению материального баланса сначала необходимо найти концентрацию меди и нитратов из расчета на кг осадка

Для определения максимально допустимой массы осадка для меди и нитратов, принимаем концентрацию каждого из них после смешивания равной ПДК.

Расчеты показывают, что для меди и нитратов максимально допустимая масса осадка различна, поэтому для размещения осадка следует выбирать минимальное значение размещаемой массы осадка, т.е. $m_{\text{ос}} = \min \{ m(\text{Cu}), m(\text{NO}_3^-) \} = 804,8 \text{ т}$.

При выборе массы осадка, рассчитанной для меди и равной 804,8 т, концентрация нитратов в осадке после смешивания составит $C_{\text{ос}}(\text{NO}_3^-) = 92 \text{ мг/кг}$, т.е. меньше ПДК. Максимальный объем V и высота h осадка, предназначенного для размещения на участке, составят $V=619,1 \text{ м}^3$; $h=12,4 \text{ см}$.

Задание. Определить массу m , объем V и высоту h осадка, а также концентрацию всех компонентов в осадке, который допустимо использовать в качестве удобрения для с/х объекта на площади S согласно данным варианта, выбранного по последней цифре в номере списка группы.

Таблица 1

Варианты для выполнения задания

Данные для расчета	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Площадь участка S , га	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
Мощность почвенного слоя H , м	0,2	0,25	0,3	0,25	0,3	0,2	0,25	0,3	0,2	0,3
Плотность почвенного слоя $\rho_{\text{п}}$, т/м ³	1,50	1,51	1,52	1,53	1,54	1,55	1,56	1,57	1,58	1,59
Cu	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,20	0,30	0,40
Mn	200	220	240	260	280	300	350	400	450	500
V	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
NO_3^-	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Содержание в осадке $C(x)$, г/м ³ Cu	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26
Mn	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500
V	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
NO_3^-	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Плотность осадка $\rho_{\text{ос}}$, т/м ³	1,35	1,30	1,25	1,40	1,20	1,30	1,22	1,26	1,28	1,

Данные для расчета	№ варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Площадь участка S, га	1,5	1,0	0,9	0,8	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25
Мощность почвенного слоя Н, м	0,25	0,2	0,2	0,25	0,3	0,2	0,3	0,25	0,2	0,3
Плотность почвенного слоя рп, т/м ³	1,60	1,61	1,62	1,63	1,50	1,52	1,54	1,56	1,58	1,60
Фоновое содержание в почвенном слое С _ф (х), мг/кг Cu	0,50	0,60	0,70	0,80	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,30
Mn	230	250	270	290	500	270	470	290	320	360
V	50	60	80	90	100	120	140	100	80	90
NO ₃ ⁻	80	85	90	55	50	35	30	40	45	80
Содержание в осадке С(х), г/м ³ Cu	28	30	21	23	15	20	25	17	30	30
Mn	2600	2700	2800	2900	2000	2200	2600	2400	1800	1600
V	1500	1600	600	800	1000	900	700	800	400	600
NO ₃ ⁻	1300	1400	1500	400	600	800	300	500	800	900
Плотность осадка р _{ос} , т/м ³	1,34	1,36	1,4	1,38	1,25	1,30	1,40	1,27	1,32	1,36

Предельно допустимые концентрации веществ в почве

Наименование вещества	Медь	Марганец	Ванадий	Нитраты
ПДК, мг/кг почвы	3,0	1000	150	130

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коробкин В.И. Экология и охрана окружающей среды : учебник / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. — М. : КНОРУС, 2016. — 336 с.
2. Шилов И.А. Экология.- М.: ЮРАЙТ, 2017
3. Графкин М.В. Промышленная экология.- М.: Форум, 2017
4. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов/ Д.А. Кривошеин, Л.А. Муравей, Н.Н. Роева и др.; Под ред. Л.А. Муравья. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. - 447 с.
5. Докторова И.Н., Козлов В.В., Душкин В.В., Исаева Ю.В. Лабораторный практикум с методическими указаниями по зоогигиене. Ульяновск, ГСХА, 2005, 138 с.
6. Гринин А.С., Новиков В.Н. Экологическая безопасность. Учебн. пособие. - М., Гранд, 2000.
7. Гришин А.С., Новиков В.М. Экологическая безопасность: Учебное пособие. - М., Гранд, 2000.
8. Израэль Ю.А. Контроль окружающей среды. - М., Гидрометеиздат, 1990.
9. Илларионов А.И. Экологические основы природопользования. - М., «Экология и жизнь», 2002.
10. Колесников С.И. Основы экологии для инженеров. Учебное пособие. - Р/Д, Феникс, 2003.
11. Лапшев Н.Н. Расчет выпусков сточных вод. - М., Стройиздат, 1977.
12. Носков А.С., Пай З.П. Технологические методы защиты атмосферы от вредных выбросов на предприятиях энергетики.- Новосибирск, СОРАН, 1996.
13. Хван Т.А. Промышленная экология. – Рн/Д, «Феникс», 2003.

