

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»



Tempus

ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОЛОГИЯ

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов специальностей*

*1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»
и 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»*

Часть 1



Могилев 2014

УДК 504+502.3
ББК 20.1
Э 40

Рекомендовано к опубликованию
Центром менеджмента качества образовательной деятельности
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Одобрено кафедрой «Безопасность жизнедеятельности»
«21» января 2014 г., протокол № 6
Издание осуществлено при поддержке программы TEMPUS.

Составители: канд. с.-х. наук, доц. А. В. Щур;
канд. техн. наук С. Д. Макаревич;
ст. преподаватель А. С. Галюжин

Рецензент канд. техн. наук Е. Е. Корбут

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине
«Отраслевая экология» предназначены для студентов специальностей
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» и 1-70 03 01
«Автомобильные дороги».

Учебное издание

ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОЛОГИЯ

Часть 1

Ответственный за выпуск	А. В. Щур
Технический редактор	А. А. Подошевко
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл.-печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 66 экз. Заказ № .

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014 г.

Пр. Мира, 43, 212000, г. Могилев

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2014



Содержание

Введение.....	4
1 Приземная часть атмосферного бассейна	5
2 Лабораторная работа № 1. Полигоны захоронения отходов и их воздействие на окружающую среду	7
2.1 Общие сведения	7
2.2 Расчетная часть	10
2.3 Мероприятия по защите окружающей среды от воздействия полигона ТБО	14
3 Лабораторная работа № 2. Определение показателей, характеризующих загрязнение воды	18
3.1 Общие сведения.....	18
3.2 Нормативы качества компонентов окружающей среды	21
3.3 Санитарно-гигиенические нормативные показатели качества поверхностных вод	23
3.4 Порядок проведения измерений	29
3.5 Работа рН-метра.....	31
3.6 Порядок проведения измерений	34
4 Лабораторная работа № 3. Организация санитарно-защитных зон предприятий и определение категории объектов воздействия на атмосферный воздух	35
4.1 Организация санитарно-защитных зон предприятий	36
4.2 Определение категории объектов воздействия на атмосферный воздух	37
Список литературы	42
Приложение А	43
Приложение Б	45
Приложение В	48



Введение

Рост численности населения на планете и интенсификация человеческой деятельности в связи с научно-технической революцией неминуемо приводят к резкому росту антропогенного воздействия на природу. Оно выражается в загрязнении биосферы выбросами, сбросами, твердыми отходами промышленности.

Многие загрязнения с осадками из атмосферы попадают в воду и почву и отравляют их. Если атмосфера и водная среда могут самоочищаться, то почва таким свойством не обладает: токсичные вещества постоянно накапливаются в ней и приводят к изменению ее состава, которое соответственно вызывает изменения в растительном и животном мире, что не может не сказаться на жизнедеятельности человека. Загрязнение атмосферы вредными веществами вызывает множество неизлечимых заболеваний, являющихся характерной особенностью современного общества.

Для того чтобы препятствовать этому процессу и контролировать его, необходимо уметь измерять и оценивать вредное влияние антропогенного фактора на окружающую среду.

Студенты выполняют лабораторные работы и составляют отчет.

Содержание отчета:

- наименование лабораторной работы;
- цель;
- основные теоретические положения;
- схема установки и исследуемых устройств;
- таблицы измеряемых и вычисляемых величин;
- пример обработки результатов эксперимента (с подстановкой числовых значений величин, полученных в ходе выполнения одного опыта);
- графики;
- выводы.

Не позже чем на следующем лабораторном занятии отчет по предыдущей лабораторной работе должен быть защищен.



1 Приземная часть атмосферного бассейна

Чистый и сухой воздух на уровне моря представляет собой механическую смесь нескольких газов: азот – 78,08 %, кислород – 20,95 %, аргон – 0,93 %, углекислый газ – 0,03 %. На долю остальных газов – неона, гелия, метана, криптона, ксенона, водорода, йода, угарного газа и оксидов азота – приходится менее 0,01 %.

Загрязнение атмосферы – изменение газового состава атмосферы в результате привнесения в нее примесей. Выделяют два вида загрязнения воздуха:

1) антропогенное – обусловлено выбросами от различных отраслей хозяйственной деятельности человека;

2) естественное – вызывается природными процессами.

Наиболее распространенными примесями в атмосфере являются:

- твердые частицы (пыль или сажа, копоть);
- сернистый газ SO_2 ;
- окись углерода CO ;
- окислы азота NO ;
- формальдегид HCHO – в последние годы.

Сернистый газ поступает в атмосферу главным образом при сжигании твердого и жидкого топлива, содержащих серу (каменный уголь, мазут), а окислы азота – при сжигании топлива при высоких температурах в транспортных двигателях, на тепловых электростанциях и некоторых промышленных объектах. Сжигание органического топлива приводит к поступлению в атмосферу окислов углерода CO_2 и CO . Наличие формальдегида в атмосфере обусловлено выбросами автотранспортных средств в сочетании с высокой интенсивностью солнечной радиации.

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу на территории РБ являются автотранспорт, объекты энергетики и промышленности. На долю передвижных источников загрязнения атмосферы приходится более 70 %. Крупнейшими стационарными источниками загрязнения воздуха на территории Беларуси являются: Новополоцкое ПО «Нафтан», Мозырский нефтеперерабатывающий завод, Новолукомльская ГРЭС, ПО «Беларуськалий», Гродненское ПО «Азот», Минская ТЭЦ-4, Мозырская ТЭЦ, Минский тракторный завод, Минская станция аэрации, Белорусский цементный завод.

Постоянный мониторинг состояния атмосферного воздуха проводится в 13 городах республики. В этих городах размещены стационарные станции, на которых 3–4 раза в сутки проводится наблюдение за 24 видами ЗВ. Основной объем наблюдений относится к веществам, имеющим повсеместное распространение (пыль, диоксид серы, оксид углерода и оксиды азота). В ряде городов проводится контроль специфических ЗВ, которые присутствуют в выбросах предприятий. Во всех промышленных цен-



трах определяется содержание формальдегида.

Величина предельно-допустимой концентрации (ПДК) зависит от степени токсичности вещества, характеризующейся классом опасности. В зависимости от степени воздействия на организм человека все нормируемые вещества подразделяются на следующие классы опасности:

- 1-й класс (чрезвычайно опасные, значение $ПДК_{MP}$ которых в воздухе рабочей зоны не должно превышать $0,01 \text{ мг/м}^3$);
- 2-й класс (высокоопасные со значением $ПДК_{MP}$ от $0,01$ до $0,1 \text{ мг/м}^3$);
- 3-й класс (умеренно опасные со значением $ПДК_{MP}$ от $0,1$ до 1 мг/м^3);
- 4-й класс (малоопасные со значением $ПДК_{MP}$ больше 1 мг/м^3).

Гигиеническая оценка загрязнения воздуха выполняется по численному значению индекса загрязнения атмосферы (ИЗА). Этот безразмерный показатель определяется как сумма выраженных в среднегодовых концентрациях СГК для пяти веществ, имеющих наибольший для каждого конкретного места уровень и приведенных к классу опасности для человека сернистого газа SO_2 . Значение ИЗА рассчитывается по формуле

$$ИЗА = \sum_{i=1}^5 (c_{cr_i} / ПДК_{cc_i}) \gamma_i, \quad (1.1)$$

где c_{cr_i} – среднегодовая концентрация i -й примеси, мг/м^3 ;

$ПДК_{cc_i}$ – среднесуточное ПДК для i -й примеси, мг/м^3 ;

γ_i – коэффициент, соответствующий классу опасности вещества, принимаемый равным $1,7$ – для 1-го класса; $1,3$ – для 2-го класса; 1 – для 3-го класса; $0,85$ – для 4-го класса.

Уровень загрязнения классифицируется согласно существующим методикам и оценивается как:

- низкий ($ИЗА < 5$);
- повышенный ($5 \leq ИЗА < 7$);
- высокий ($7 \leq ИЗА \leq 14$);
- очень высокий ($ИЗА > 14$).

При наличии в атмосферном воздухе нескольких веществ, которые обладают однонаправленным действием, проявляется эффект суммации (ЭС) этих веществ.

В таблице А.1 приведены ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе.



2 Лабораторная работа № 1. Полигоны захоронения отходов и их воздействие на окружающую среду

Цель работы: изучить способы обращения с отходами и методику проектирования полигонов ТБО.

2.1 Общие сведения

2.1.1 Обращение с отходами. Действующая на протяжении всей человеческой истории линейная схема «добыча–переработка (производство)–употребление–пополнение отходов» становится все менее приемлемой. Под отходы отчуждаются пахотные земли, а, главное, из-за них все более ухудшается состояние нашей среды обитания. Известны следующие подходы к твердым бытовым отходам (ТБО):

- стихийное складирование на открытых свалках (необорудованные, «дикие»);
- организованные свалки (формирование больших объемов без утилизации газов и стока);
- полигоны ТБО с утилизацией биогаза (анаэробная деструкция органики с выделением метана);
- компостирование (биохимический процесс обезвоживания);
- глубокое прессование твердого компонента в кипы при давлении до 80 МПа (на Минском мусороперерабатывающем заводе (МПЗ) – это кубы объемом 0,7 м³ и массой 700 кг при сокращении объема в 20 раз);
- пиролиз (нагрев и сжигание при $t = 600\text{--}800$ °С высокотоксичных отходов сельхозхимии, фармацевтических производств, отходов после ухода за больными и т. п.).

2.1.2 Рисайклинг как система сбора и переработки ТБО. Рисайклинг называют рационализированную систему сбора и переработки компонентов ТБО в продукты, имеющие потребительскую стоимость. Он начинается с раздельного сбора и идентификации отходов, пригодных для повторной переработки. Затем следует сортировка по типу сырья. Пищевые отходы, древесина, листва – все, что способно перегнивать, идет на компостирование. Рисайклинг по сравнению с устранением экономически целесообразен до тех пор, пока сумма прибыли от вторсырья и затрат на устранение является более высокой, чем затраты на рисайклинг. Технические границы рисайклинга обусловлены тем, что пока не для каждого случая существуют подходящие системы идентификации, сортировки и переработки. Расчеты вариантов с рисайклингом по стеклу, пластику, бумаге и картону, а также данные зарубежного опыта однозначно свидетельствуют, что переработка этих компонентов ТБО способна приносить прибыль.

Затраты на организацию сбора и переработку мусора несопоставимы

с затратами на печь сжигания и сопутствующие ей системы очистки–нейтрализации. Для большинства видов горючих ТБО рисайклинг является более энергосберегающим методом переработки, нежели сжигание на мусоросжигательных заводах (МСЗ), даже при условии выработки электроэнергии и тепла. В 40-х гг. XX в. Западная Европа начала возводить МСЗ и активно строила их до 80-х гг. Загрязнения от МСЗ привели к необходимости переосмыслить стратегию в обращении с ТБО и перейти от чисто затратных методов к экономическим, рисайклинговым. Метод полного сжигания ТБО неэкологичен, чрезвычайно дорог и неэкономичен, находится вне современных тенденций. Доля сжигаемых ТБО составляет в США 16 %, в Канаде – 9 %, в Германии – 35 %, в Великобритании – 1 %, во Франции – 42 %, в Италии – 18 %, в Японии – 75 %.

Рисайклинг может осуществлять частный бизнес, но для этого необходимы корректировки нормативно–правовой основы обращения с отходами и минимальная поддержка государства. Следует разработать и законодательную базу поощрения предприятий, занимающихся сбором и вторичной переработкой компонентов ТБО. Опыт Германии: пошлина на загрязнителей окружающей среды (ОС) и доход от лицензирования экологичной продукции, маркированной «зеленой точкой», в качестве дотации поступают переработчикам ТБО.

2.1.3 Устройство и возведение полигона ТБО. Полигоны захоронения ТБО являются специальными природоохранными сооружениями, предназначенными для сбора и обезвреживания отходов. Они также должны обеспечивать высокую степень экологической безопасности для ОС. На полигонах ТБО утилизируются отходы от служб коммунального хозяйства, предприятий торговли, питания, некоторые виды промышленных отходов, не обладающие токсичными или радиоактивными свойствами, а также строительный и уличный мусор.

В состав сооружений полигона ТБО входят чаша и курган (рисунок 2.1). Чаша представляет собой выемку с изолирующим экраном для защиты грунтовой среды от фильтратной жидкости. Глубина выемки H_1 и высота кургана H_2 рассчитываются исходя из предполагаемого объема накопления отходов в течение 15–25 лет. На расчетный период 15 лет такие показатели приведены в таблице 2.1.

Высота откоса H_1 при устройстве строительного котлована под будущую чашу определяется по методу круглоцилиндрических поверхностей скольжения для заданного коэффициента устойчивости η (формула проф. Г. И. Тер-Степаняна – проф. М. Н. Гольдштейна):

$$\eta = f \cdot A + \left[\frac{c}{\gamma H_1} \right] B, \quad (2.1)$$



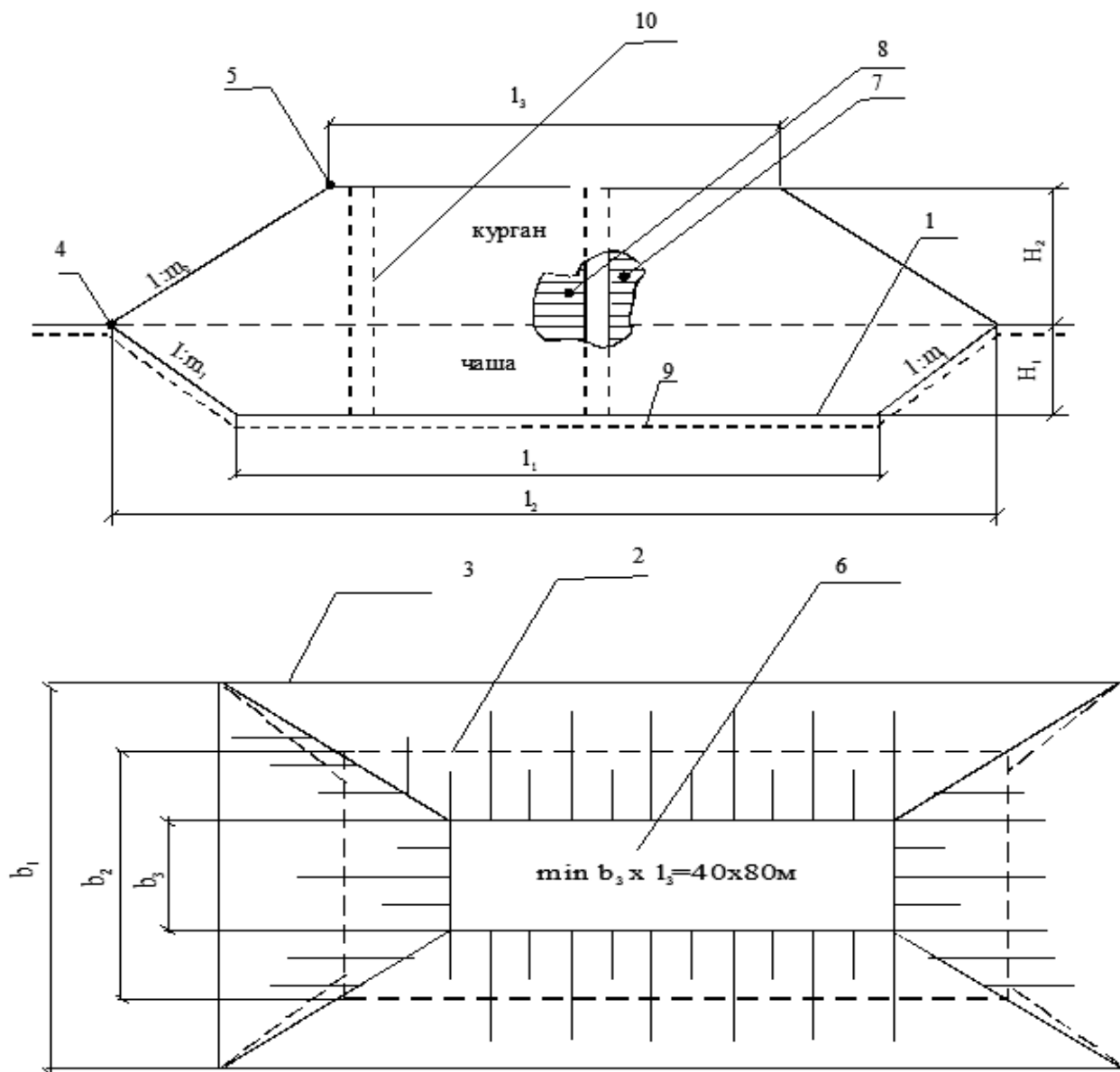
где f – коэффициент внутреннего трения, $f = \operatorname{tg}\varphi$;

φ – угол внутреннего трения грунта основания, град;

c – удельное сцепление, кПа;

γ – собственный вес грунта, кН/м³;

A и B – коэффициенты, зависящие от геометрических размеров сползающего клина, при условии прохождения поверхности скольжения через подошву откоса (принимаются по таблице 2.2).



1 – дно скважины; 2 – нижний периметр (контур) чаши; 3 – верхний контур чаши (нижний периметр кургана); 4 – бровка откоса чаши (подошва откоса кургана); 5 – бровка откоса кургана; 6 – верхняя площадка; 7 – рабочий пласт технических отходов мощностью 2 м; 8 – изоляционный слой грунта толщиной 0,25 м; 9 – водонепроницаемый экран; 10 – колодец сбора биогаза

Рисунок 2.1 – Схема полигона ТБО

Таблица 2.1 – Ориентировочные значения площади участка складирования
В гектарах

Количество проживающих, тыс. чел.	Высота складирования отходов, м					
	12	20	25	35	45	60
50	6,5	4,5–5,5	–	–	–	–
100	12,5	8,5	6,5–7,5	–	–	–
250	31,0	21,0	16,0	11,5	–	–
500	61,0	41,0	31,0	23,0	16,5–20	–
750	91,0	61,0	46,0	34,0	26,0	–
1000	121,0	81,0	61,0	45,0	35,0	27,0–31,0

Таблица 2.2 – Коэффициенты, зависящие от геометрических размеров сползающего клина

Заложение откоса, 1: m ₁	1:1	1:1,25	1:1,5	1:1,75	1:2	1:2,25	1:2,5	1:2,75	1:3
A	2,37	2,64	2,64	2,87	3,23	3,19	3,53	3,59	3,59
B	5,79	6,05	6,50	6,58	6,70	7,27	7,30	8,02	8,91

Исходя из формулы (2.1) высота откоса H_1 котлована при принятом значении η определяется как

$$H_1 = \frac{c \cdot B}{\gamma(\eta - f \cdot A)}. \quad (2.2)$$

Контуры кургана назначаются согласно рекомендуемому заложению его откосов $m_2=1:3-1:4$.

Высота складирования H_2 , м, определяется исходя из условия заложения внешних откосов $1:m_2$ и необходимости иметь размеры верхней площадки не менее 40×80 м для обеспечения работы мусоровозов и бульдозеров. Каждый пласт ТБО имеет мощность 2 м, а на него укладывают изоляционный грунтовый слой толщиной 0,25 м.

2.2 Расчетная часть

2.2.1 Расчет вместимости полигона и объема отходов.

2.2.1.1 Учитывая заданное количество жителей города и пользуясь данными таблицы 2.1, определяем площадь S , га, участка прямоугольной формы. Принято считать, что наиболее экономичны земельные участки, близкие по форме к прямоугольнику с соотношением сторон $l_2 : b_2 = (2,1-1,7):1$.

2.2.1.2 После установления длины l_2 и ширины b_2 земельного участка определяем размеры строительного котлована (чаши). Его глубину H_1 рассчитываем по формуле (2.2).

Размеры площади дна котлована:

$$l_1 = l_2 - 2[H_1 / (1 : m_1)] = l_2 - 2m_1H_1; \quad (2.3)$$

$$b_1 = b_2 - 2[H_1 / (1 : m_1)] = b_2 - 2m_1H_1. \quad (2.4)$$

Размеры верхней площадки кургана:

$$l_3 = l_2 - 2[H_2 / (1 : m_2)] = l_2 - 2m_2H_2; \quad (2.5)$$

$$b_3 = b_2 - 2[H_2 / (1 : m_2)] = b_2 - 2m_2H_2. \quad (2.6)$$

2.2.1.3 Объем V_1 , м^3 , чаши захоронения (формула, как для усеченной правильной пирамиды):

$$V_1 = \frac{1}{3}(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2})H_1, \quad (2.7)$$

где S_1 – площадь дна котлована, $S_1 = b_1 \cdot l_1$;

S_2 – площадь сечения в уровне бровки откоса чаши, $S_2 = b_2 \cdot l_2$.

2.2.1.4 Объем V_2 , м^3 , кургана захоронения:

$$V_2 = \frac{1}{3}(S_2 + S_3 + \sqrt{S_2 \cdot S_3})H_2, \quad (2.8)$$

где S_3 – площадь сечения в уровне верхней площадки, м^3 .

2.2.1.5 Общая вместимость V , м^3 , полигона:

$$V = V_1 + V_2. \quad (2.9)$$

2.2.1.6 Потребность в изолирующем материале (грунте) определяется по формуле

$$V_{gp} = V(1 - 1/\kappa), \quad (2.10)$$

где κ – коэффициент коррекции вместимости полигона вследствие введения слоя грунта изоляции, $\kappa = 1,25$.

2.2.1.7 Общий объем $V_{ТБО}$, м^3 , складирования отходов на полигоне:

$$V_{ТБО} = V - V_{gp}. \quad (2.11)$$

2.2.2 *Расчет выделяющегося биогаза.* В толще складированной массы отходов идет биотермический анаэробный процесс распада органических веществ. Конечным продуктом этого процесса является биогаз, основу ко-



того составляют метан и диоксид углерода. Биогаз также содержит пары воды, сероводород, аммиак, оксид углерода, оксиды азота и ряд других примесей вредных для здоровья человека. Ориентировочная продолжительность периода образования биогаза составляет 10–30 лет, а максимальное выделение его с поверхности полигона приходится на седьмой год хранения.

2.2.2.1 Объем V_3 , м³, и масса M_3 , т, образующегося в течение года биогаза, определяются по следующим формулам:

$$V_3 = M_{ТБО} \cdot W_{уд}, \quad (2.12)$$

где $M_{ТБО}$ – масса ТБО, завезенная на полигон,

$$M_{ТБО} = V_{ТБО} \cdot \rho_{ТБО}, \quad (2.13)$$

$\rho_{ТБО}$ – плотность отходов, $\rho_{ТБО} = 0,75$;

$W_{уд}$ – удельный выход биогаза, $W_{уд} = 5,1$ м³/т.

$$M_3 = V_3 \cdot \rho_3, \quad (2.14)$$

где ρ_3 – плотность биогаза, $\rho_3 = 1,248$ кг/м³.

2.2.2.2 Суточные объем $V_{3,C}$, м³/сут, и масса $M_{3,C}$, кг, биогаза:

$$V_{3,C} = V_3/365; \quad (2.15)$$

$$M_{3,C} = V_{3,C} \cdot \rho_3. \quad (2.16)$$

2.2.2.3 Выбросы основных загрязняющих ингредиентов в атмосферу M_i , т/год, определяются по формуле

$$M_i = \frac{M_{ТБО} \cdot M_{Vi}}{100000}, \quad (2.17)$$

где M_{Vi} – параметр выброса i -го вещества, принимаемый по данным таблицы 2.3.

2.2.3 *Расчет сточных вод полигона.* В результате протекания процесса анаэробного разложения ТБО и проникновения внутрь тела полигона воды и влаги образуется фильтрат, представляющий собой темную, дурно пахнущую жидкость. Основными источниками образования сточных вод полигона являются:

- атмосферные осадки;
- избыточная влага складированных отходов, удаляемая из них при укладке с уплотнением (отжимаемая жидкость);
- потребление воды на хозяйственно-бытовые нужды.



Таблица 2.3 – Параметры выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферу полигоном ТБО, вместимостью 100000 т

Наименование веществ	$ПДК_{MP},$ мг/м ³	$ПДК_{CC},$ мг/м ³	Класс опасности	Выброс, $M_{Bi},$ т/год
Азота диоксид	0,085	0,04	2	0,70973
Аммиак	0,2	0,04	4	0,39108
Ангидрид сернистый	0,5	0,05	3	0,05
Бензол (С ₆ Н ₆)	1,5	0,1	2	0,00114
Дихлорэтан	3	1	2	0,048
О-крезол	0,028	–	2	0,1176
Метан	100	25	4	115,69
Метилбензол (толуол)	0,6	0,6	3	0,1
Пропан	100	25	4	0,02
Сероводород	0,008	–	2	0,0652
Углерода оксид	3	3	4	1,2
Хлорэтан	–	0,2	4	0,044

2.2.2.1 Суточный объем $V_{4,\phi}$, м³, выделяющегося с уложенной массы отходов фильтрата:

$$V_{4,\phi} = \kappa_1 (Q_1 + Q_2) / 365, \quad (2.18)$$

где κ – коэффициент, учитывающий влагопоглощающую и испарительную способность бытовых отходов, $\kappa = 0,1-0,15$;

Q_1 – суммарное годовое количество осадков, выпадающих на поверхность отходов,

$$Q_1 = S_2 \cdot \bar{h},$$

\bar{h} – среднегодовая норма осадков, м;

Q_2 – суммарное годовое количество прочих вод, распределяемых по поверхности отходов,

$$Q_2 = K_L \cdot N \cdot n_m, \quad (2.19)$$

где K_L – расход воды на мойку одного контейнера, $K_L = 0,06$ м³;

N – число контейнеров в сутки;

n_m – число дней в году, когда осуществляется мойка контейнеров, $n_m = 160$.

2.2.2.2 Содержание веществ в фильтрате по видам для проектируемого полигона за сутки Q_c , кг, и за год Q_z , т, при хранении отходов:

$$Q_c = 10^{-3} \cdot V_{4,\phi} \cdot C_\phi ; \quad (2.20)$$



$$Q_2 = Q_c \cdot 365, \quad (2.21)$$

где C_ϕ – концентрация вещества (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Концентрация вещества в фильтрате

Наименования веществ	Концентрация вещества в фильтрате C_ϕ , мг/л		
	ПДК	в период образования	при хранении
Хлориды	350,0	1550–3000	1550–3000
Сульфаты	500,0	300–500	5–30,0
Взвешенные частицы	0,75 к фону	130–600,0	130–600,0
Железо общее	0,3	50,0	4–25
Медь	0,5	0,08–2,0	0,08–2,0
Цинк	1,0	0,6–1	0,3–0,5
Марганец	0,1	0,8–1,2	0,8–1,2
Никель	0,1	0,2–0,4	0,2–0,4
Фосфаты	3,5	8,5–15	8,5–15
Азот аммонийных солей	1,0	100–1200	100–1200
Азот нитратов	10,2	70–500	70–500
Хром	0,5	0,11–0,5	0,11–0,5
Нефтепродукты	0,3	0,7–1,0	–

2.3 Мероприятия по защите окружающей среды от воздействия полигона ТБО

2.3.1 *Мониторинг выбросов.* В процессе образования выбросов загрязняющих веществ полигоном ТБО осуществляют контроль за:

- работой технологического оборудования;
- соблюдением регламентов технологического процесса;
- составом атмосферного воздуха и химизмом грунтовых вод по внешнему периметру границы СЗЗ.

2.3.2 *Отвод биогаза.* Для исключения скопления биогаза в теле полигона предусматривается его отвод через сеть дегазационных колодцев. За основу конструкции приняты сборные железобетонные колодцы диаметром 1500 мм.

На поверхности защитного экрана устанавливается плита днища диаметром 2 м, на ней монтируются железобетонные кольца. Монтаж колец производится без заделки стыков, с засыпкой внутренней полости щебнем (гравием). С наружной стороны выполняется фильтрующая обсыпка кольцевым слоем толщиной 0,15–0,35 м. Перед укладкой изолирующего слоя в массу отходов укладывают радиальные газопроводы из



полиэтиленовых труб диаметром 300 мм с выводом их в дегазационные вертикальные колодцы. Законченный колодец сверху перекрывают шатровой крышкой с газовыпуском.

Разогретый внутри массива отходов до 40–50 °С биогаз легче воздуха. Из толщи отходов по газопроводам через фильтрующую обсыпку из-за неплотности ж/б колец он проникает во внутреннюю полость колодцев и поднимается вверх. Отвод его в атмосферу осуществляется через дефлекторы.

2.3.3 Сбор и обезвреживание фильтрата. Жидкий сток с участка захоронения отходов собирается специальной дренажной системой из перфорированных пластмассовых труб. Далее по сборному магистральному коллектору он самотеком сбрасывается в колодцы-отстойники за пределы карты складирования.

В качестве первой степени обезвреживания фильтрата используется подача его на поверхность свалки (как одна из самых дешевых и ускоряющих процесс стабилизации свалки технологий). В колодце-отстойнике монтируется насос. В летний период стоки перекачиваются в сборно-разборную систему трубопроводов. Из перфорированных труб диаметром 76 мм обеспечивается разлив по поверхности карт складирования полигона. Распределение стока допускается из расчета до 30 м³/сут на участок площадью 1 га в течение 6 месяцев в году.

Излишки стоков фильтрата удаляются из колодцев сбора ассенизационной машиной и вывозятся на городские очистные сооружения.

Для отвода потока незагрязненных атмосферных и талых вод с участка и предотвращения подтопления полигона по его периметру устраиваются бетонные лотки сечением 0,5×0,5 м со сбором вод в понижении рельефа.

2.3.4 Рекультивация полигонов. Процесс рекультивации захороненных отходов начинается после завершения складирования и перехода свалочного материала в стабилизированное состояние и состоит из двух этапов – технического и биологического.

На первом этапе выполняются геологические, гидрогеологические, геофизические, ландшафтно-геохимические исследования. Этот этап включает также планировку, формирование откосов, строительство дорог, гидротехнических и др. сооружений. На биологическом этапе осуществляются работы по восстановлению нарушенных земель.

Территории полигонов используют в сельском и лесном хозяйстве, в строительстве. Жилищное строительство может быть допущено на территории полигона только после проведения соответствующих санитарно-бактериологических исследований.



Задание

- 1 Принять согласно таблице 2.5 исходные данные варианта (значения величин γ , c , φ , η , m_1 , \bar{h} и N).
- 2 Выполнить расчет по определению вместимости полигона, объемов отходов и грунта изоляционных слоев.
- 3 Определить объемы биогаза, выделяющегося при деструкции органики в складированной массе.
- 4 Рассчитать объемы фильтратных стоков и массы содержащихся в них загрязняющих веществ.
- 5 Оценить влияние полигона ТБО на ОС.



Таблица 2.5 – Варианты заданий для проектирования полигона ТБО

Номер варианта	Количество жителей, тыс. чел.	Наименование грунта основания	Собственный вес грунта γ , кН/м ³	Удельное сцепление грунта c , кПа	Угол внутреннего трения φ , град	Коэффициент устойчивости откоса η	Заложение откосов чаши 1: m_1	Региональная норма осадков \bar{h} , м/год	Число контейнеров в сутки N
1	50	Песок	16	1,7	35	1,2	1:1	0,52	150
2	60	Супесь	19	18	24	1,5	1:1,5	0,498	160
3	70	Суглинок	20,5	37	15	1,7	1:2,5	0,5	155
4	90	Песок	17	2	30	1,25	1:1	0,55	180
5	100	Супесь	18,5	7	28	1,4	1:1,75	0,62	200
6	110	Суглинок	20	34	19	1,8	1:2,25	0,633	220
7	100	Глина	22,5	40	14	1,9	1:2,5	0,61	230
8	250	Супесь	17,2	17	25	1,6	1:1,25	0,62	300
9	270	Суглинок	20,9	38	14	1,8	1:2,75	0,6	350
10	280	Глина	22	42	9	1,9	1:3	0,58	320
11	300	Песок	16	1,5	38	1,15	1:1	0,6	310
12	350	Супесь	18	19	23	1,5	1:2	0,498	350
13	400	Глина	20,8	39	18	1,8	1:2,5	0,54	400
14	450	Глина	22	43	8,5	1,9	1:3	0,64	420
15	500	Супесь	19	18	23	1,4	1:2,5	0,630	450
16	500	Суглинок	21	38	14	1,7	1:2,75	0,54	450
17	750	Глина	22	41	13	1,9	1:3	0,62	500
18	750	Песок	16	1,6	39	1,15	1:1	0,65	520
19	50	Песок	16	1,7	35	1,2	1:	0,52	150
20	60	Супесь	19	18	24	1,5	1:1,5	0,498	160
21	70	Суглинок	20,5	37	15	1,7	1:2,5	0,5	155
22	90	Песок	17	2	30	1,25	1:1	0,55	180
23	100	Супесь	18,5	7	28	1,4	1:1,75	0,62	200
24	110	Суглинок	20	34	19	1,8	1:2,25	0,633	220
25	100	Глина	22,5	40	14	1,9	1:2,5	0,61	230
26	250	Супесь	17,2	17	25	1,6	1:1,25	0,62	300
27	270	Суглинок	20,9	38	14	1,8	1:2,75	0,6	350
28	280	Глина	22	42	9	1,9	1:3	0,58	320



3 Лабораторная работа № 2. Определение показателей, характеризующих загрязнение воды

Цель работы: ознакомиться с показателями качества окружающей среды.

Задачи: изучить основные показатели, используемые для оценки качества воды; освоить методики оценки показателей качества воды.

3.1 Общие сведения

Значение воды в жизни общества трудно переоценить, поскольку количество и качество воды оказывает влияние на все виды хозяйственной, культурной, социальной и экологической деятельности человека.

Возможность получения пресной воды была одной из главных предпосылок зарождения цивилизации, существования людей и развития любого производства. Человечеству нужна не просто вода и не любая вода, а вода пресная и определенного качества. Запасы пресной воды на Земле чрезвычайно малы. По расчетам специалистов, суммарные запасы пресных вод суши не превышают 2,5 % от общего количества воды на земле, причем абсолютное ее большинство находится в виде льда Антарктиды, Гренландии и горных ледников. Таким образом, запасы легко доступной пресной воды оцениваются в 0,007 % от общего количества воды на Земле.

Современный экологический кризис породил проблему дефицита пресной воды, имеющую два главных аспекта:

- 1) рост потребления воды на хозяйственные нужды;
- 2) загрязнение природных вод, в результате чего вода становится непригодной для использования.

Проблема загрязнения природных вод приобретает главное значение в странах с достаточным увлажнением и развитием речной сети, к числу которых относится и Беларусь.

Анализ сброса в водные объекты Беларуси загрязняющих веществ позволяет сделать вывод, что антропогенная нагрузка на водные системы страны в последнее десятилетие XX в. выросла в связи с увеличением сбросов хлоридов, сульфатов, нитритов, нитратов, аммонийного азота и тяжелых металлов. Наиболее существенный рост установлен для металлов, сульфатов и соединений азота. Всего в водные объекты Республики Беларусь в 2000 г. сброшено:

- взвешенных веществ – 15 тыс. т;
- хлоридов – 78 тыс. т;
- сульфатов – 64 тыс. т;
- органических веществ – 11 тыс. т;
- нефтепродуктов – 230 т;
- азота нитратного – 2,7 тыс. т;



- фосфатов – 300 т;
- меди 18 и 491 т других металлов (железа, цинка, никеля, хрома).

Наряду с перечисленными веществами, в составе сточных вод встречаются свинец, фтор, фенолы, кобальт и радониды.

Наиболее опасным является загрязнение водных объектов тяжелыми металлами, высокие концентрации которых вызывают ряд тяжелых заболеваний.

Ртуть отличается высокой токсичностью для любых форм жизни. В организм человека ртуть может попадать с продуктами питания растительного и животного происхождения, продуктами моря, атмосферным воздухом и водой. При всех путях поступления ртуть накапливается преимущественно в почках, селезенке и печени. Органические соединения ртути (метилртуть и этилртуть) легче других соединений ртути накапливаются в организме и, легко связываясь с белками, концентрируются в головном мозге, в том числе и эмбриона, где их содержание может оказаться в 1,5–2 раза выше, чем у матери. Болезнь Минамата – ртутная интоксикация организма, обусловленная употреблением в пищу рыбы из водоемов, загрязненных ртутью. Заболевание характеризуется поражением центральной нервной системы, расстройством речи, ухудшением зрения и слуха. У детей, рожденных от считавшихся здоровыми матерей, через некоторое время после рождения развивались симптомы поражения центральной нервной системы – от легких спастических параличей до тяжелого психического поражения и слабоумия.

Кадмий обладает высокой способностью накапливаться в тканях живых организмов. В организм поступает в основном с пищей (до 80 %), из атмосферного воздуха и при курении. Кадмий относится к числу сильно ядовитых веществ. Главной мишенью биологического действия кадмия являются почки. Хронический кадмиевый токсикоз получил название болезнь итай-итай. К группе повышенного риска относятся женщины 40 лет и старше, беременные, кормящие матери, дети, люди с заболеваниями печени и почек. Симптомами заболевания являются боли в пояснице и нижних конечностях, остеопороз, дисфункция почек.

Свинец поступает в организм человека с продуктами растительного происхождения (около 90 %), с водой и атмосферным воздухом. Механизм токсического действия свинца заключается в блокировании функциональных групп белков, в том числе ферментов. Симптомами отравления свинцом являются нейромышечные эффекты – парезы и параличи. Наиболее чувствительны к свинцу быстрорастущие и эмбриональные клетки. Воздействие свинца на эмбрион приводит впоследствии к психическим расстройствам и умственной отсталости детей. Кроме того, свинец воздействует на кроветворную и пищеварительную систему, почки. Существует прямая зависимость между концентрацией свинца в питьевой воде (если она больше 0,8 мг/л) и частотой психической отсталости детей, а также



смертностью от рака почек и всех видов лейкемии.

Влияние многолетнего поступления повышенных, но относительно малых доз свинца изучено хуже. Хроническая интоксикация развивается медленно. Вначале может наблюдаться только снижение адаптационных возможностей организма и иммунитета. Затем появляются общая слабость, головная боль, головокружение, неприятный вкус во рту, потеря аппетита, уменьшение массы тела, признаки анемии, запоры. Существует мнение о возможности мутагенного и канцерогенного действия свинца, усиливающегося при комбинированном действии с другими металлами.

Существует тенденция к увеличению естественного фона свинца во всех компонентах окружающей среды. В ходе эволюции человеческой цивилизации содержание свинца в окружающей среде возросло на четыре порядка – в 10000 раз.

Медь является биомикроэлементом, т. е. в небольших количествах медь содержится в тканях живых организмов. Опасен не только избыток меди, но и ее недостаток. Недостаток меди приводит к опасности разрыва стенок кровеносных сосудов, анемии, увеличению сердечно-сосудистых заболеваний. Механизм токсического действия меди связан с блокадой белков, в том числе ферментов. При хронической интоксикации медью и ее солями возможны функциональные расстройства нервной системы, печени и почек, изъязвление и перфорация носовой перегородки.

Цинк относится к наиболее распространенным токсическим компонентам крупномасштабного загрязнения Мирового океана. Избыточное поступление цинка в организм сопровождается снижением уровня кальция в крови и костях, нарушением усвоения фосфора. Цинк обладает кумулятивным (имеющим свойство накапливаться) токсическим эффектом даже при незначительном его содержании в окружающей среде. Цинк обладает мутагенным и канцерогенным действием, влияет на половую функцию у мужчин.

Антропогенные источники поступления в биосферу: выброс цинка в атмосферу при высокотемпературных технологических процессах, сточные воды химического (*производство химических волокон*), деревообрабатывающего, текстильного, бумажного, цементного производств, а также рудников и металлургических комбинатов. Серьезным источником поступления цинка в воду является *вымывание его горячей водой из оцинкованных водопроводных труб*.

Помимо тяжелых металлов, выраженное негативное воздействие на организм человека оказывают **нитраты и нитриты**.

Нитраты используются в качестве азотных удобрений. Они являются компонентом минерального питания растений. Присутствуя в растениях, нитраты в небольших количествах постоянно поступают в организм человека и животных. Человеческий организм способен нейтрализовать нитраты в небольших количествах без вреда для себя. Однако нерациональное



применение минеральных удобрений для выращивания сельхозкультур приводит к избыточному накоплению нитратов в организме человека, с которым не справляются его адаптационные системы.

Нитраты накапливаются в основном в корнях и стеблях растений. Листья и корнеплоды богаче нитратами, чем плоды. Наиболее интенсивно накапливают нитраты черная редька, столовая свекла, листовой салат, щавель, редиска, сельдерей, шпинат, петрушка, укроп. Считается, что злаки, фрукты, ягоды не накапливают опасные концентрации нитратов.

Нитраты и нитриты добавляют в мясные и некоторые рыбные продукты с целью улучшения вкуса и запаха, стабилизации цвета, предотвращения развития патогенной микрофлоры.

Содержание нитратов в поверхностных и подземных водах варьирует в широких пределах в зависимости от геохимических условий, применения азотных удобрений, методов очистки сточных вод. В воде системы городского водоснабжения содержание нитратов обычно невысокое. Значительно большие концентрации нитратов обнаруживаются в грунтовых водах и колодезной воде в сельской местности, особенно в районах интенсивного земледелия и вблизи животноводческих комплексов.

Нитраты, поступающие в организм человека с водой, имеют особое значение, т. к. они в 1,25 раза токсичнее, чем нитраты в продуктах питания.

Нитраты легко усваиваются в организме человека, где они могут образовывать такие соединения как нитриты, окислы азота, аммиак. Наибольшую опасность для человека представляют нитриты. При попадании нитритов в кровь они вступают в реакцию с гемоглобином. В итоге нарушается транспортная функция гемоглобина, кислород поступает в ткани в недостаточном количестве. Кроме того, нитраты рассматриваются как предшественники канцерогенных соединений. Методы кулинарной обработки продуктов позволяют снизить содержание нитратов в них:

- очистка и удаление наиболее нитратных частей растения;
- мытье и вымачивание продукта;
- отваривание.

При кипячении воды нитраты из нее не удаляются.

3.2 Нормативы качества компонентов окружающей среды

Нормативы качества воды водного объекта – установленные общефизические, биологические, химические показатели качества и ПДК веществ в воде водного объекта, в пределах которых обеспечиваются условия водопользования в соответствии с видом водного объекта (рыбохозяйственный, хозяйственно-питьевой). Нормативы ПДК загрязняющих веществ в воде водного объекта – установленные максимальные концентрации загрязняющих веществ в воде водного объекта определенного вида, выше которых вода непригодна для водопользования. При отсутствии



ПДК на основе расчетных и экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности устанавливается временный норматив – ориентировочный допустимый уровень (ОДУ) воздействия химического вещества в водных объектах.

В водных объектах одновременно присутствуют сразу несколько загрязняющих веществ, поэтому для оценки уровня загрязнения используют комплексные показатели.

Важной характеристикой качества вод водного объекта является индекс загрязненности вод (ИЗВ). Расчет ИЗВ производится по среднегодовым концентрациям ингредиентов, вносящих наибольший вклад в загрязнение рассматриваемого водного объекта. Рассчитывается ИЗВ по формуле

$$ИЗВ = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i}}{n}, \quad (3.1)$$

где $ПДК_i$ – вещества для вод водного объекта конкретного вида водопользования (рыбохозяйственного, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового), мг/л;

n – количество показателей, участвующих в расчете.

В Республике Беларусь при расчете ИЗВ обычно учитываются шесть показателей качества воды, чаще всего это содержание растворенного кислорода, легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅), азота аммонийного, азота нитритного, фосфора, фосфатов и нефтепродуктов.

В зависимости от величины ИЗВ определяют характеристику и класс качества воды (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Характеристика и класс качества воды в зависимости от величины ИЗВ

Величина ИЗВ	Характеристика качества	Класс качества воды
Менее или равно 0,3	Чистая	I
Более 0,3–1,0	Относительно чистая	II
Более 1,0–2,5	Умеренно загрязненная	III
Более 2,5–4,0	Загрязненная	IV
Более 4,0–6,0	Грязная	V
Более 6,0–10,0	Очень грязная	VI
Более 10,0	Чрезвычайно грязная	VII



3.3 Санитарно-гигиенические нормативные показатели качества поверхностных вод

1 Физические показатели качества:

- мутность;
- прозрачность;
- температура меньше 2 °С и больше 30 °С;
- рН меньше 1 и рН больше 10 (6–8);
- запах, вкус;
- спектры поглощения;
- растворенный кислород больше 8 и меньше 2 мг/л;
- насыщенный кислород больше 90 и меньше 20;
- удельная электропроводность меньше 400 и больше 1600 мкСм/см;
- общее количество растворенного вещества меньше 20 и больше 200 мг/л;
- общая жесткость не меньше 15 и не больше 50.

2 Химические показатели качества:

- хлориды меньше 50 и больше 500 мг/л;
- сульфаты меньше 50 и больше 400 мг/л;
- железо, общее количество меньше 0,5 и больше 10 мг/л;
- сульфаты, общее количество меньше 0,05 и больше 1,5 мг/л;
- аммоний N меньше 0,1 и больше 5 мг/л;
- нитриты N меньше 0,002 и больше 0,1 мг/л;
- нитраты N меньше 1 и больше 20 мг/л;
- фосфаты PO₄ меньше 0,025 и больше 2 мг/л;
- общее количество фосфора меньше 0,05 и больше 3 мг/л.

3 Общие показатели органических веществ:

- химическая потребность в кислороде (перманганатная) меньше 5 и больше 40 мг/л;
- бихромат меньше 15 и больше 100 мг/л;
- биохимическая потребность в кислороде БПК меньше 2 и больше 25 мг/л;
- органический углерод меньше 3 и больше 20 мг/л;
- экстрагируемые вещества меньше 0,2 и больше 5 мг/л;
- органический азот меньше 0,5 и больше 10 мг/л.

4 Показатели неорганических промышленных загрязняющих веществ:

- ртуть меньше 0,1 и больше 5 мг/л;
- кадмий меньше 3 и больше 30 мг/л;
- свинец меньше 10 и больше 200 мг/л;
- мышьяк меньше 20 и больше 500 мг/л;
- медь меньше 20 и больше 500 мг/л;
- хром (3⁺) меньше 20 и больше 1000 мг/л;



- хром (6^+) больше 100 мг/л;
- кобальт меньше 10 и больше 500 мг/л;
- цинк меньше 0,2 и больше 10 мг/л.
- легковоспламеняемые цианиды больше 10 мг/л;
- общее количество цианидов больше 20 мг/л;
- фториды меньше 0,2 и больше 3 мг/л;
- сульфаты больше 0,2 мг/л;
- свободный хлор больше 0,1 мг/л.

5 Показатели промышленных органических загрязняющих веществ:

- анионоактивные детергенты больше 3 мг/л;
- летучие фенолы меньше 0,02 и больше 1 мг/л;
- производные нефти больше 1 мг/л.

6 Биологические показатели:

- бактерии сапрофиты (индекс Патле–Бука) меньше 1 и больше 4;
- коли-титр фекального типа 1 больше 0,001;
- общая численность микроорганизмов меньше 5,1 и больше 10;
- снижение интенсивности биохимической трансформации больше 70 %.

3.3.1 Определение взвешенных веществ. Взвешенные вещества являются постоянным компонентом воды в водных экосистемах. Представлены они в виде примесей органического и неорганического происхождения.

Принцип метода основан на выделении механических веществ путем фильтрации определенного объема пробы воды.

Материалы и оборудование.

- 1 Емкость для отбора пробы воды на 3 л.
- 2 Мерный цилиндр.
- 3 Воронки.
- 4 Колбы емкостью 100–500 мл.
- 5 Бюксы.
- 6 Фильтры.
- 7 Сушильный шкаф.
- 8 Весы.

Последовательность выполнения работы. Для определения водных примесей берутся бумажные фильтры, предварительно высушенные в сушильном шкафу в течение 1 ч при $t = 105\text{ }^\circ\text{C}$, и взвешиваются в бюксе на аналитических весах. Отобранную пробу воды тщательно взбалтывают, отмеряют мерным цилиндром 200 мл воды, фильтруют через взвешенный фильтр. Затем фильтр с осадком переносят в открытый бюкс. Высушивают в нем при температуре $t = 150\text{ }^\circ\text{C}$ около 2 ч. Переносят в эксикатор для охлаждения и взвешивают с фильтром.

Обработка результатов. Содержание примесей X , мг/л, рассчитывают по формуле



$$X = \frac{b - a}{V} \cdot 1000,$$

где a – вес бюкса с чистым фильтром, мг;
 b – вес бюкса и фильтра с осадком, мг;
 V – объем фильтровальной жидкости, мл;
 1000 – количество, мг/л.

3.3.2 Определение прозрачности и мутности воды. Прозрачность и мутность воды обусловлены присутствием в ней механических взвешенных частиц (глины, песка, почвы, ила, растительных и животных остатков), а также нерастворенных и коллоидных веществ органического и неорганического происхождения.

Прозрачность воды. Прозрачность определяют несколькими методами: методом цилиндра; методом диска; методом кольца.

Метод цилиндра применяется для оценки механических и химических примесей в лабораторных условиях.

Принцип метода основан на визуальной оценке шрифта в 3,5 мм в столбике воды отобранной пробы.

Материалы и оборудование.

- 1 Емкость для отбора пробы воды на 3 л.
- 2 Мерный цилиндр высотой 50 см.
- 3 Бумажная пластинка со шрифтом определенного размера.
- 4 Измерительная линейка.

Методика определения. Проба воды тщательно взбалтывается. Мерный цилиндр помещается на пластину со шрифтом и заполняется водой до тех пор, пока текст перестает быть читаемым. Затем замеряется высота водного столба.

Вода считается чистой, если буквы отчетливо видны при высоте 50 см и более.

Метод диска используется для определения прозрачности в полевых условиях. Берется белый диск диаметром 20 см и при помощи веревки опускается в воду на глубину видимости. Вода считается чистой, если диск виден на глубине не менее 60 см.

Метод кольца применяется для оценки прозрачности воды в полевых и лабораторных условиях. Изготавливается проволочное кольцо диаметром 1–1,5 см и опускается на дно цилиндра емкостью 500 мл, вливается проба воды до тех пор, пока контуры кольца станут невидимыми. Линейкой измеряют высоту воды в сантиметрах. Получаемые результаты переводят на показания по шрифту.

Принцип метода определения мутности воды основан на визуальной оценке степени осветления воды и характера образовавшегося осадка.

Материалы и оборудование.

- 1 Мерный цилиндр высотой 30 см.



2 Измерительная линейка.

3 Лист черной бумаги.

Последовательность выполнения работы. Пробу воды тщательно взбалтывают и заливают в мерный цилиндр высотой 30 см. Отстаивают воду в течение 1 ч при комнатной температуре. Оценка показателя определяют по следующей шкале.

Шкала мутности:

- осветление не заметно – 5 баллов;
- слабое – 4 балла;
- сильное – 3 балла;
- прозрачное – 2 балла.

Шкала осадка.

Характер:

- хлопьевидный;
- илистый;
- песчаный;
- серый;
- бурый;
- черный.

Степень:

- незначительный;
- слабый;
- большой;
- очень большой.

Между прозрачностью и мутностью существует определенная зависимость. Зная величину прозрачности, можно сделать перерасчет на мутность (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Показатели прозрачности и мутности воды

Прозрачность, см	Мутность, мг/л	Прозрачность, см	Мутность, мг/л	Прозрачность, см	Мутность, мг/л
4	285	14	65,0	24	38,0
5	185	15	61,0	26	35,1
6	158	16	56,0	28	32,5
7	130	17	58,4	30	30,5
8	114	18	48,0	32	28,6
9	102	19	46,0	34	26,9
10	92	20	44,5	36	25,4
11	83	21	43,3	38	24,2
12	76	22	41,4	40	23,0
13	70	23	38,6	42	21,8



3.3.3 Определение цветности и запаха воды.

Цветность воды. Цветность, привкус и запах воды обуславливают некоторые ее химические и биологические особенности. Существенное влияние на эту группу показателей качества воды оказывают присутствие в ней гуминовых и дубильных веществ, белков, жиров, органических кислот и других соединений, входящих в состав животных и растительных организмов и являющихся продуктами их жизнедеятельности или распада.

Окраска воды, ее вкус и запах вызываются также присутствием соединений железа, марганца и др. минеральных солей.

Определение цветности питьевой воды. Принцип метода основан на визуальной оценке окраски 10–12 см столбика воды.

Материалы и оборудование:

- 1 Пробирки диаметром 12–14 см.
- 2 Измерительная линейка.
- 3 Лист белой бумаги.

Последовательность выполнения работы. Чистую пробирку наполняют водой до 10–12 см и смотрят сверху на белом фоне.

Шкала оценки:

- бесцветная;
- слабо-желтая;
- интенсивно-желтая;
- голубая;
- зеленовато-голубая.

Определение запаха воды. Запах оценивается по органолептическим впечатлениям без предварительной или с предварительной обработкой пробы. Интенсивность определяется разбавлением испытываемой воды до органолептического исчезновения. При наличии интенсивного запаха пробу воды разбавляют водой без запаха до различных концентраций (в 2 раза, в 5 раз, в 10 раз и т. д.). В серии разбавленных проб устанавливают запах, описывают разведение, при котором он исчезает. Характер запаха оценивается по 5-балльной системе.

Материалы и оборудование.

- 1 Сосуды для отбора пробы воды емкостью 2 л.
- 2 Колбы емкостью 200–300 мл.
- 3 Мерный цилиндр.
- 4 Электроплита.

Последовательность выполнения работы. Запах определяется при температуре 20 и 60 °С. В колбу емкостью 250–300 мл наливают 100 мл воды отобранной пробы, закрывают пробкой и тщательно перемешивают вращательным движением в течение 1 мин. Затем определяют вид запаха (таблица 3.3) и его интенсивность (таблица 3.4). Результаты записываются в рабочую тетрадь.

Если интенсивность запаха трудно установить, то пробу нагревают

на водяной бане при температуре 60 °С и определяют вид запаха и его интенсивность (см. таблицы 3.3 и 3.4).

Таблица 3.3 – Классификация запаха воды

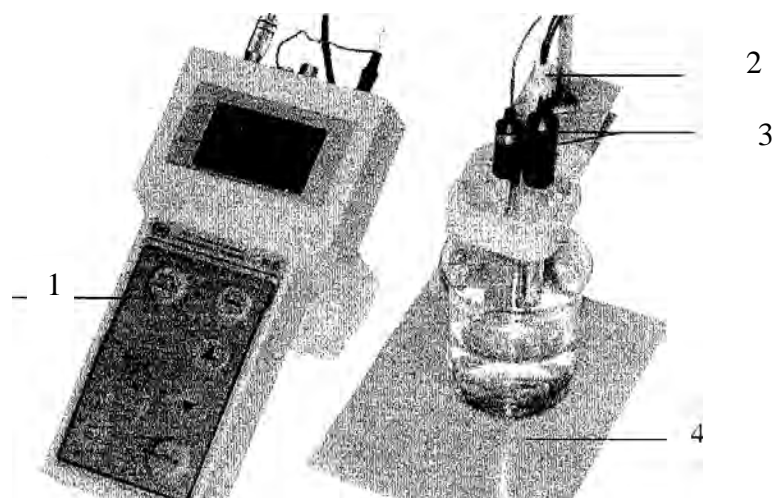
Запах	Источник происхождения
Ароматный	Камфора, гвоздика, лимон, лаванда
Огуречный	
Цветочный	
Углеводородный	Нефтепродукты
Лекарственный	Фенол иодоформ
Сернистый	Сероводород
Навозный	
Травянистый	Лежалая трава
Затхлый	Преющая солома
Овощной	Корни овощей
Гнилостный	Застоявшиеся сточные воды
Болотный	
Рыбный	
Хлорный	Свободный хлор
Землистый	Сырая земля
Неопределенный	
Химический	Промышленные сточные воды
Плесневой	Сырой подвал
Торфяной	Торф

Таблица 3.4 – Шкала оценки интенсивности запаха воды

Интенсивность запаха, балл	Характеристика	Проявление запаха
0	Никакого запаха	Отсутствие ощутимого запаха
1	Очень слабый	Запах не замечаемый потребителем, но обнаруживается специалистом
2	Слабый запах	Обнаруживается потребителем
3	Заметный	Вода неприятна для питья
4	Отчетливый	

3.3.4 Определение нитратов в воде. Нитратомер состоит из преобразователя, электродной системы, штатива для крепления электродов и термокомпенсатора. Общий вид преобразователя представлен на рисунке 3.1.





1 – цифровой дисплей; 2 – разъем для подключения измерительного электрода; 3 – гнездо для подключения электрода сравнения; 4 – разъем для подключения термокомпенсатора

Рисунок 3.1 – Преобразователь измерительный

3.4 Порядок проведения измерений

3.4.1 Подготовка электродов к работе.

3.4.1.1 Измерительный электрод (ЗМ-NO3-07CP) следует закрепить в штативе и подключить к гнезду «ИЗМ» преобразователя. Электрод сравнения (ЭВЛ–1М3.1) следует также закрепить в штативе и подключить к гнезду «ВСП» преобразователя, вынув резиновую пробку в боковой стенке электрода. При этом оба электрода закрепляются в штативе.

Электрод сравнения (ЭВЛ–1М3.1) следует помещать в раствор только на время измерения во избежание попадания в раствор значительного количества хлористого калия.

3.4.1.2 Перед настройкой нитратомера измерительный электрод тщательно отмывают (при перемешивании) в стакане с дистиллированной водой до максимального значения потенциала (2–3 раза по 5–10 мин), затем в растворе низшей концентрации.

При переходе к растворам высшей концентрации отмывка в дистиллированной воде не требуется, а только лишь в последующем растворе.

Подготовка нитратомера к работе

1 Включить прибор коротким нажатием кнопки «ВКЛ/ВЫКЛ».

После включения на дисплее отображается информация о версии программы, затем нитратомер автоматически переключается в режим работы, имевший место при предыдущем выключении.

2 Установить электродную систему и датчик температуры в держатель штатива и поместить их в анализируемый раствор.

3 При эксплуатации нитратомера для его настройки использовать настроечные растворы.

4 В промежутках между измерениями измерительный электрод хранить в растворе для вымачивания, т. е. в растворе KNO_3 с концентрацией 0,1 моль/кг H_2O . Вспомогательный электрод можно хранить в сухом виде с закрытой пробкой либо в насыщенном растворе KCl .

5 В процессе эксплуатации могут изменяться характеристики электрода, поэтому его необходимо периодически калибровать.

Подготовка проб воды к анализу. В стакан с анализируемой средой помещают электроды.

3.4.2 Измерение водородного показателя рН воды. Для удобства отображения был введен специальный показатель, названный рН и представляющий собой логарифм концентрации ионов водорода, взятый с обратным знаком, т. е. $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$.

Величина рН определяется количественным соотношением в воде ионов H^+ и OH^- , образующихся при диссоциации воды. Если в воде пониженное содержание свободных ионов водорода ($\text{pH} > 7$) по сравнению с ионами OH^- , то вода будет иметь щелочную реакцию, а при повышенном содержании ионов H^+ ($\text{pH} < 7$) – кислую. В идеально чистой дистиллированной воде эти ионы будут уравнивать друг друга. В таких случаях вода нейтральна и $\text{pH} = 7$.

Шкала имеет пределы от 0 до 14. Средняя точка на шкале – семь. При величине рН, равной семи, среда не является ни кислотой, ни щелочной. Все цифры меньше семи показывают, что среда кислая, а все цифры больше семи свидетельствуют о щелочности среды.

В зависимости от уровня рН воды можно условно разделить на несколько групп:

- сильнокислые воды (< 3);
- кислые воды (3–5);
- слабокислые воды (5–6,5);
- нейтральные воды (6,5–7,5);
- слабощелочные воды (7,5–8,5);
- щелочные воды (8,5–9,5);
- сильнощелочные воды ($> 9,5$).

рН воды — один из важнейших рабочих показателей качества воды, во многом определяющих характер химических и биологических процессов, происходящих в воде. В зависимости от величины рН может изменяться скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности воды, токсичность загрязняющих веществ и т. д. Контроль уровня рН особенно важен на всех стадиях водоочистки, т. к. его «уход» в ту или иную сторону может не только существенно сказаться на запахе, привкусе и внешнем виде воды, но и повлиять на эффективность водоочистных мероприятий. Оптимальная требуемая величина рН варьируется для различных систем водоочистки в соответствии с составом воды, характе-



ром материалов, применяемых в системе распределения, а также в зависимости от методов водопработки.

Обычно уровень рН находится в пределах, при которых он непосредственно не влияет на потребительские качества воды. Так, в речных водах рН обычно находится в пределах 6,5–8,5, в атмосферных осадках 4,6–6,1, в болотах 5,5–6,0, в морских водах 7,9–8,3.

Поэтому ВОЗ не предлагает какой-либо рекомендуемой по медицинским показателям величины для рН. Вместе с тем известно, что при низком рН вода обладает высокой коррозионной активностью, а при высоких уровнях ($\text{pH} > 11$) вода приобретает характерную мылкость, неприятный запах, способна вызывать раздражение глаз и кожи. Именно поэтому для питьевой и хозяйственно-бытовой воды оптимальным считается уровень рН в диапазоне от 6 до 9 (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Установленные или рекомендуемые ПДК рН

Анализируемая среда	Значение рН
Вода питьевая	6,5–8,5 (РБ) 6,5–9,2 (международный стандарт) 7,0–8,5 (европейский стандарт)
Вода водопроводная	6,0–8,5 (США)
Водоемы	6,5–8,5 (РБ) 6,0–9,0 (США)
Сточные воды	6,5–9,0 (США) 6,0–9,0 (Великобритания)
Вода для с.-х. использования	4,5–9,0 (США)
Вода для технологических целей разных производств	6,5–7,0
Вода для пищевых производств	6,5–8,5
Вода для котлов электростанций	8,0–9,6
металлургических	6,8–7,0
вискозы	7,8–8,3
дубления кож	6,0–8,0
прачечных	6,0–6,8
химических	6,2–8,7
цементных	7,0
нефтехимических	6,0–9,0
кондитерских	7,0
пивоваренных	6,5–7,0
Молоко	6,68–6,7

3.5 Работа рН-метра

3.5.1 Принцип работы рН-метра рН-150МП. рН-метр рН-150МП предназначен для измерения в водных растворах органических и неорганических соединений активности рН только ионов водорода, окислитель-

но-восстановительного потенциала E_h и температуры анализируемой среды t в режимах измерения pX и E_h .

Прибор предназначен для применения на объектах эксплуатации, в лабораториях предприятий и научно-исследовательских учреждений различных отраслей хозяйства, в области охраны окружающей среды, а также для контроля кислотности молока и молочных продуктов на предприятиях молочной промышленности.

Анализируемая среда – водные растворы неорганических и органических соединений, технологические растворы, не образующие пленок и осадков на поверхности электрода, вязкие и твердые среды хлебопекарной промышленности, мясо и мясопродукты.

В состав рН-метра рН-150МП входят:

- преобразователь;
- электрод комбинированный ЭСКЛ-08М.1;
- термокомпенсатор автоматический ТКА-7.3.

Электродная система при погружении в анализируемый раствор развивает ЭДС, линейно зависящую от активности ионов и температуры раствора. Контакт вспомогательного электрода с раствором осуществляется с помощью электролитического ключа, обеспечивающего истечение насыщенного раствора хлористого калия (КСl) из полости электрода в анализируемый раствор. Раствор КSl, непрерывно просачиваясь через электролитический ключ, предотвращает проникновение из анализируемого раствора в систему вспомогательного электрода посторонних ионов, которые могли бы изменить величину потенциала электрода. ЭДС электродной системы преобразуется и считывается на цифровом табло прибора.

3.5.2 Конструкция. Прибор (рисунок 3.2) состоит из электродной системы, являющейся датчиком измерительного сигнала в режимах pX и E_h , датчика температуры (далее – термокомпенсатор) и преобразователя, а также блока сетевого питания, который используется вместо автономного источника при работе в стационарных условиях.

Электродная система состоит из измерительного и вспомогательного электродов.

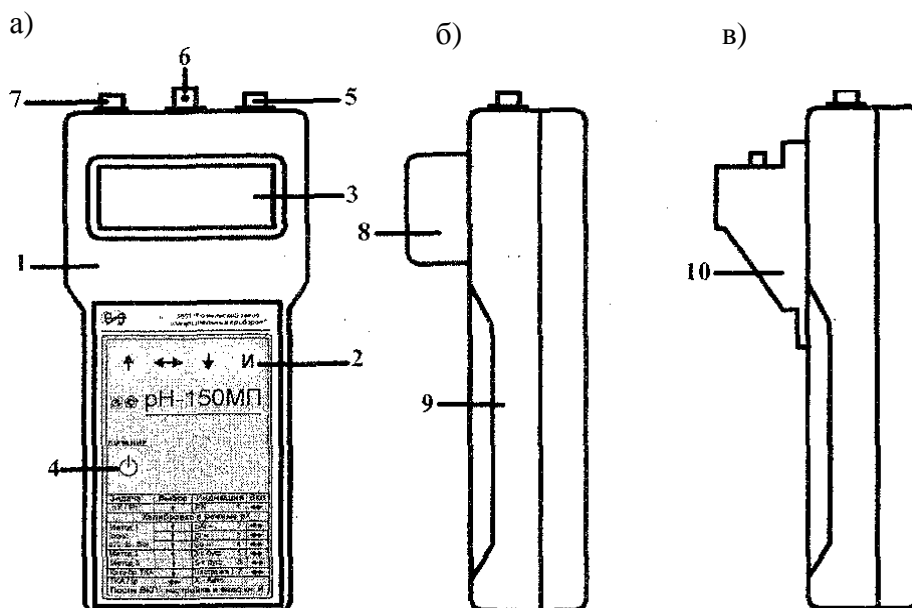
В качестве измерительного электрода выступают:

- для измерения pH – стеклянный электрод,
- для измерения E_h – редоксметрический электрод.

В качестве вспомогательного электрода для измерения pX и E_h используется электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный или комбинированный электрод, в котором измерительный и вспомогательный электроды объединены в единую конструкцию. Типы электродов различаются диапазонами измерений pX и диапазонами рабочих температур (указываются в эксплуатационной документации на электрод).

В качестве термокомпенсатора применяется конструкция с чувствительным элементом из медного провода.





а – внешний вид преобразователя; б – с автономным питанием, в – с блоком сетевого питания; 1 – крышка; 2 – органы управления (клавиатура); 3 – цифровое табло; 4 – выключатель питания; 5 – гнездо для подключения вспомогательного электрода; 6 – разъем для подключения комбинированного или измерительного электродов; 7 – разъем для подключения термокомпенсатора; 8 – крышка отсека для размещения автономного источника питания; 9 – корпус; 10 – блок сетевого питания

Рисунок 3.2 – Преобразователь

Для измерения одно- и двухвалентных ионов в растворах используется электродная система с ионоселективными измерительными электродами и преобразователь. В качестве вспомогательного электрода используется хлорсеребряный электрод.

3.5.3 Подготовка к работе составных частей прибора.

3.5.3.1 Подготовка к работе электродов. Извлечь комбинированный (измерительный и вспомогательный одновременно) электрод из сосуда с дистиллированной водой, в которой он хранится. Подключить его к гнезду «ИЗМ» рН-метра.

Пробка, закрывающая отверстие для заливки KCl, при работе должна быть удалена.

3.5.3.2 Подготовка к работе штатива:

- установить в гнезда держателя штатива подготовленные к работе электроды и термокомпенсатор;
- установить на основании штатива стакан с раствором для вымачивания или дистиллированной водой и опустить в раствор погружную часть электрода.

3.5.3.3 Проведение измерений.

Измерения могут проводиться в двух режимах: режим рХ и режим Eh. В каждом из режимов на цифровом табло индицируется резуль-

тат измерения величины рХ или Eh (в верхней строке) и значение температуры анализируемой среды (в нижней строке), измеренное датчиком температуры.

Измерения проводятся:

- в режиме Eh – без настройки;
- в режиме рХ – непосредственно после настройки одним из методов.

Перед погружением в анализируемую среду при перемещении из раствора более высокой концентрации в менее концентрированный раствор (с более высоким значением рХ) электродная система должна промываться дистиллированной водой и (желательно) анализируемым раствором.

При измерениях следует учитывать, что время установления потенциала измерительного электрода и инерционность термокомпенсатора ТКА обычно не превышают 3 мин с момента погружения в анализируемую среду. Однако при измерении рН сильноокислых и сильнощелочных растворов при температурах, близких к 0 °С, время установления потенциала (соответственно показаний табло) может достигать 10 мин.

3.6 Порядок проведения измерений

1 Измерительный электрод подключается ко входу «ИЗМ». В качестве измерительного электрода используется электрод ЭСКЛ-08М.1. Автоматический термокомпенсатор ТКА-7.3 подключается к входу «ТКА». Термокомпенсацию используют при измерении рН стеклянными электродами.

2 рН-метр включить в сеть и прогреть в течение 15 мин.

3 Вставить электрод и термокомпенсатор в зажимы штатива.

4 Промыть электрод дистиллированной водой и удалить остатки воды фильтровальной бумагой.

5 Промыть электрод измеряемым раствором.

6 Погрузить электрод и термокомпенсатор в раствор.

7 Нажать кнопку включения. Табло отражает значение рН раствора.

8 Измерения провести 5 раз. Окончательное значение измеренной величины – среднее арифметическое из полученных значений.

9 Сравнить полученные значения с ПДК из таблицы 3.5 и сделать вывод о качестве воды и других продуктов.

10 В промежутках между измерениями электрод хранить в дистиллированной воде.



Контрольные вопросы

- 1 Основные показатели качества воды и методики их определения.
- 2 Методы снижения содержания нитратов.
- 3 Назначение и устройство нитратомера, принцип работы.
- 4 Порядок проведения измерений с помощью нитратомера.
- 5 Воздействие тяжелых металлов на организм человека.
- 6 Воздействие нитратов и нитритов на организм человека.
- 7 Понятие ацидификации окружающей среды.
- 8 Последствия кислотных осадков.
- 9 Назначение и устройство рН-метра рН-150МП.
- 10 Принцип работы рН-метра рН-150МП.
- 11 Порядок проведения измерений на рН-150МП.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
 - 2 Назначение, устройство и принцип действия приборов.
 - 3 Определение качества воды.
 - 4 Расчет ИЗВ.
 - 5 Выводы по работе.
- Результаты измерения заносят в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Результаты измерения

Наименование образца	Показатель	Измеренное значение	Допустимое значение	Вывод

4 Лабораторная работа № 3. Организация санитарно-защитных зон предприятий и определение категории объектов воздействия на атмосферный воздух

Цель работы: освоить методики определения размеров санитарно-защитных зон предприятий и категории объектов воздействия на атмосферный воздух.

Задачи: изучить методики определения размеров санитарно-защитных зон предприятий и категории объектов воздействия на атмосферный воздух; рассмотреть факторы, влияющие на размер санитарно-защитной зоны и категорию объектов воздействия на атмосферный воздух; определить размер санитарно-защитной зоны и категорию воздействия на атмосферный воздух для заданного объекта.



4.1 Организация санитарно-защитных зон предприятий

В настоящее время в качестве основы для разработки системы экологических ограничений используются санитарно-гигиенические нормативы. Считается, что они гарантируют нормальные условия труда и отдыха, сохранение здоровья человека. В зависимости от характера и количества выделяемых в окружающую среду вредных и неприятно пахнущих веществ, уровня шума, вибрации, электромагнитного, ионизирующих излучений и других факторов промышленные объекты должны отделяться от жилой застройки санитарно-защитными зонами.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – территория с особым режимом использования, размер которой обеспечивает достаточный уровень безопасности здоровья населения от вредного воздействия (химического, биологического, физического) объектов на ее границе и за ней.

Граница СЗЗ устанавливается по кратчайшему направлению от источников выбросов загрязняющих веществ до:

- границ территорий объектов социального назначения;
- границ земельных участков (при усадебном типе застройки);
- окон жилых домов (при многоэтажной жилой застройке).

Для групп объектов или промышленного узла устанавливается единая СЗЗ с учетом суммарных выбросов загрязняющих веществ и физического воздействия от источников выбросов.

Степень озеленения территории СЗЗ должна быть не менее:

- 60 % её площади – для объектов с размерами СЗЗ не более 100 м;
- 50 % её площади – для объектов с размерами СЗЗ от 101 до 500 м;
- 40 % её площади – для объектов с размерами СЗЗ от 501 до 1000 м

и более (с обязательной организацией полосы древесно-кустарниковых насаждений со стороны жилой застройки).

В СЗЗ не допускается размещать:

- жилую застройку, включая отдельные жилые дома;
- зоны отдыха, территории дачных и садово-огородных участков;
- спортивные сооружения, детские площадки;
- учреждения образования;
- организации здравоохранения, аптеки;
- объекты пищевых отраслей промышленности;
- комплексы водопроводных сооружений для водоподготовки

питьевой воды;

- объекты по выращиванию сельскохозяйственной продукции.

Допускается размещать на территории или в границах СЗЗ:

- здания и сооружения для обслуживания работников объекта;
- административные здания, сооружения;
- конструкторские бюро и научно-исследовательские лаборатории;
- гаражи, площадки и сооружения для хранения транспорта;



- пожарные депо, линии электропередач, нефте- и газопроводы;
- артезианские скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды, канализационные насосные станции;
- автозаправочные станции, станции технического обслуживания автомобилей.

Изменение установленных размеров СЗЗ осуществляется на основании:

- санитарных норм, правил и гигиенических нормативов;
- акта государственной санитарно-гигиенической экспертизы проекта СЗЗ;
- расчетов прогнозируемых уровней максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ с учетом фоновых концентраций загрязняющих веществ на границе СЗЗ и физических воздействий, выполненных аккредитованными организациями;
- оценки риска здоровью населения;
- результатов лабораторного контроля, уровней физического воздействия.

Изменение размера СЗЗ действующих, реконструируемых и проектируемых объектов должно сопровождаться разработкой соответствующего проекта СЗЗ с обоснованием этих изменений.

Базовые размеры СЗЗ устанавливаются в соответствии с СанПиН *Гигиенические требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду*, утвержденными Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.06.2009 г. № 78.

Задание 1

Определить базовый размер санитарно-защитной зоны для предприятия в соответствии с вариантом выданного задания (см. таблицу А.1). Базовые размеры СЗЗ предприятий, установленные действующими СанПиН, представлены в таблице В.1. Определить степень озеленения территории СЗЗ.

4.2 Определение категории объектов воздействия на атмосферный воздух

Определение категории объектов воздействия на атмосферный воздух осуществляют в соответствии с «Инструкцией о порядке отнесения объектов воздействия на атмосферный воздух к определенным категориям», утвержденной Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 29.05.2009 г. № 30.

Для действующих предприятий воздействие на атмосферу характери-



зуются показателем категории объекта воздействия на атмосферный воздух. Объекты воздействия относятся к определенной категории на основании:

- количественного и качественного состава выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов, находящихся на объекте воздействия (далее – критерий *C*);
- значения относительного показателя опасности объекта воздействия (ПО);
- вероятности наступления на объекте воздействия событий, имеющих неблагоприятные последствия для качества атмосферного воздуха, возникновения техногенной и экологической опасности (далее – критерий *Z*);
- количества стационарных источников выбросов, находящихся на объекте воздействия (A4);
- количества мобильных источников выбросов, находящихся на объекте воздействия (A5);
- размера зоны воздействия исходя из значений расчетных приземных концентраций, создаваемых стационарными источниками выбросов в жилой зоне (B3).

Критерий *C* определяется по формуле

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ПДК_{CC}} \right)^{a_i}, \quad (4.1)$$

где *n* – количество загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов, находящихся на объекте воздействия (таблица Б.1);

M_i – масса выброса *i*-го загрязняющего вещества (см. таблицу В.1), кг/год;

ПДК_{СС} – значение среднесуточной предельно допустимой концентрации (далее – *ПДК_{СС}*) или ориентировочно-безопасных уровней воздействия (далее – *ОБУВ*) *i*-го загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест отдыха населения, мкг/м³. В случае отсутствия установленного для загрязняющего вещества значения среднесуточной *ПДК_{СС}* или *ОБУВ* для определения критерия *C* используется значение максимальной разовой *ПДК* (далее *ПДК_{МР}*), умноженной на 0,4 (см. таблицу А.1);

a_i – безразмерная константа, позволяющая соотнести степень воздействия *i*-го загрязняющего вещества с воздействием загрязняющего вещества третьего класса опасности, *a* = 1,7 – для загрязняющих веществ 1-го класса опасности; *a* = 1,3 – для загрязняющих веществ 2-го класса опасности; *a* = 1,0 – для загрязняющих веществ 3-го класса опасности; *a* = 0,9 – для загрязняющих веществ 4-го класса опасности; *a* = 1,2 – для загрязняющих веществ, для которых не установлен класс опасности. Класс опасности определяется по таблице А.1.



Значение относительного показателя опасности объекта воздействия определяется по формуле

$$ПО = \sum_{i=1}^n \frac{M_i}{ПДК_{СГ}}, \quad (4.2)$$

где n – количество загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов, находящихся на объекте воздействия (см. таблицу Б.1);

M_i – масса выброса i -го загрязняющего вещества (см. таблицу Б.1.), т/год;

$ПДК_{СГ}$ – значение среднегодовой $ПДК$ или $ОБУВ$ i -го загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест отдыха населения (см. таблицу А.1), $мкг/м^3$.

В случае отсутствия установленного для загрязняющего вещества значения среднегодовой $ПДК$ для определения относительного показателя опасности объекта воздействия используется значение максимальной разовой или среднесуточной $ПДК$, деленное на 10 и 4 соответственно.

Категория объектов воздействия определяется на основании суммы условных баллов K_1 и K_2 . Значения K_2 не рассчитываются и приравниваются к нулю в случаях:

- когда значение условных баллов K_1 менее шести;
- когда значение условных баллов K_1 более шести, но менее 10 и относительный показатель опасности объекта воздействия менее 0,1.

Условные баллы K_1, K_2 рассчитываются по формулам:

$$K_1 = 2A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5; \quad (4.3)$$

$$K_2 = 2B_1 + B_2 + B_3, \quad (4.4)$$

где A_1 – число условных баллов, определяемое в зависимости от значения критерия С (таблица 4.1);

A_2 – число условных баллов, определяемое в зависимости от значения относительного показателя опасности объекта воздействия $ПО$ (см. таблицу 4.1);

A_3 – число условных баллов (см. таблицу 4.1), определяемое по критерию возможности возникновения техногенной и экологической опасности Z (см. таблицу В.1);

A_4 – число условных баллов (см. таблицу 4.1), зависящее от числа стационарных источников выбросов (см. таблицу В.1);

A_5 – число условных баллов (см. таблицу 4.1), зависящее от числа мобильных источников выбросов (см. таблицу В.1);

B_1 – количество загрязняющих веществ, по которым расчетная приземная концентрация превышает 1,0 (см. таблицу В.1);

B_2 – количество загрязняющих веществ, по которым concentra-



ции загрязняющих веществ лежат в пределах 0,8–1,0 ПДК (см. таблицу В.1);
 B_3 – число условных баллов (таблица 4.2), определяемое в зависимости от размера зоны воздействия.

Таблица 4.1 – Значение коэффициентов A_i для определения категории объектов воздействия на атмосферный воздух

Критерий	Число условных баллов A_i				
	0	1	2	3	4
Зависимость от количественного и качественного состава выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов, находящихся на объекте воздействия C	0	От 0 до 10^3	От 10^3 до 10^4	От 10^4 до 10^6	Не менее 10^6
Показатель опасности объекта воздействия PO	Менее 0,01	От 0,01 до 0,29 включ.	От 0,3 до 29,99 включ.	От 30 до 99,99 включ.	Более 99,99
Техногенная и экологическая опасность объекта воздействия Z	Не-опасное	Опасное	Особо опасное	–	–
Количество стационарных источников выбросов A_4	До 5 включ.	От 6 до 10 включ.	От 11 до 50 включ.	От 51 до 100 включ.	Св. 100
Количество мобильных источников выбросов A_5	До 5 включ.	От 6 до 25 включ.	От 26 до 99 включ.	От 100 до 499 включ.	Не менее 500

Таблица 4.2 – Значение коэффициента B_3 в зависимости от размера зоны воздействия

Критерий	Число условных баллов B_3				
	0	1	2	3	4
Размер зоны воздействия, м	До 100	От 101 до 300	От 301 до 1000	От 1001 до 3000	Более 3000

В таблице 4.3 представлены граничные условия для деления объектов воздействия на атмосферный воздух по категории в зависимости от суммы условных баллов K_1 и K_2 .

Таблица 4.3 – Граничные условия для деления объектов воздействия на атмосферный воздух по категории в зависимости от суммы условных баллов K_1 и K_2

Критерий	Сумма условных баллов K_1 и K_2				
	До 5 включ.	От 6 до 10	От 11 до 16	От 17 до 21	Св. 21
Категория объектов воздействия	V	IV	III	II	I



В зависимости от категории воздействия для объектов определяется периодичность инвентаризации действующих стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Периодичность инвентаризации действующих стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Категория объектов воздействия	V	IV	III	II	I
Периодичность проведения инвентаризации	1 раз в 10 лет	1 раз в 6 лет	1 раз в 5 лет	1 раз в 5 лет	1 раз в 4 года

Задание 2

Определить категорию воздействия на атмосферный воздух для объекта в соответствии с вариантом выданного задания (см. таблицу А.1). В зависимости от категории определить периодичность инвентаризации действующих стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на рассматриваемом объекте.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое санитарно-защитная зона? Какой нормативный документ устанавливает базовые размеры СЗЗ?
- 2 Как устанавливается граница СЗЗ (от каких объектов)?
- 3 Перечислите объекты, которые не допускается размещать на территории СЗЗ.
- 4 Перечислите объекты, которые допускается размещать на территории или в границах СЗЗ.
- 5 На каком основании возможно изменение установленных размеров СЗЗ?
- 6 На основании чего объекты воздействия относят к определенной категории?
- 7 Какой информацией об объекте воздействия необходимо располагать для определения категории?
- 8 Как изменяется периодичность инвентаризации действующих стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в зависимости от категории объектов воздействия?



Список литературы

1 Источники загрязнения объектов окружающей среды : метод. указания к лаб. и практ. занятиям / Сост. А. И. Байтелова, С. В. Шабанова. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2003. – 47 с.

2 Основы экологии : метод. указания и задания для студентов строит. спец. к практ. занятиям / Сост. Н. Н. Баранов, Р. И. Ленкевич. – Минск : БНТУ, 2006. – 48 с.

3 **Гарин, В. М.** Экология для технических вузов : учебник для техн. вузов / В. М. Гарин, И. А. Кленова, В. И. Колесников; под ред. В. И. Колесникова. – Ростов н/Д : Феникс, 2001. – 384 с.

4 **Лебедева, М. И.** Экология : учеб. пособие / М. И. Лебедева, И. А. Анкудимова. – Тамбов : Тамбов. гос. техн. ун-т, 2002. – 80 с.

5 **Розанов, С. И.** Общая экология : учебник для техн. направлений и спец. / С. И. Розанов. – СПб. : Лань, 2001. – 288 с.

6 **Хван, Т. А.** Промышленная экология : учеб. пособие / Т. А. Хван. – Ростов н/Д : Феникс, 2003. – 320 с.



Приложение А (справочное)

Таблица А.1 – Нормативы предельнодопустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Наименование загрязняющего вещества	$ПДК_{MP}$, мг/м ³	$ПДК_{CC}$, мг/м ³	Класс опасности
1	2	3	4
Азота диоксид NO ₂	0,25	0,1	2
Аммиак	0,2	0,04	4
Аммиачная селитра	1,4	0,6	4
Аммофос	2	0,8	4
Ацетон	0,35	0,15	4
Бенз(а)пирен	–	10 ⁻⁵	1
Бензин	0,05	0,005	2
Бензол	0,3	0,1	2
Бутанол	0,1	–	3
Бутилацетат	0,1	–	4
Водород хлористый	0,2	0,1	2
Диметилловый эфир	0,05	0,01	2
Динил	0,01	0,01	3
Диоксид азота NO ₂	0,085	0,04	2
Диоксид серы SO ₂	0,5	0,05	3
Железа оксид	0,2	0,1	3
Зола	0,3	0,1	3
Кальция гидроксид	0,03	0,01	3
Капролактам	0,06	–	3
Карбамид	0,2	0,04	4
Ксилол	0,2	0,02	3
Марганец и его соединения	0,01	0,005	2
Масло минеральное	0,05	0,02	3
Медь	–	0,002	2
Метан	50	–	–
Метанол	1	0,5	3
Натрий и его соединения	0,3	0,1	3
Никель	–	0,001	2
Оксид Mn	0,01	0,001	2
Оксид азота NO	0,4	0,06	3
Оксид железа	–	0,4	3
Оксид углерода CO	5,0	3,0	4



Окончание таблицы А.1

1	2	3	4
Пентан	100	25	4
Предельные УГВ11–19	1	0,4	4
Пропанол	0,3	0,12	3
Пыль древесная	–	–	3
Пыль неорганическая: SiO ₂ более 70 %	0,15	0,05	3
Пыль неорганическая: SiO ₂ менее 70 %	0,3	0,1	3
Ртуть металлическая	–	0,0003	1
Сажа	0,15	0,05	3
Свинец и его соединения	–	0,0003	1
Серная кислота	0,3	0,1	2
Серная кислота	0,3	0,1	2
Сероводород	0,008	0,008	2
Серовуглерод	0,03	0,005	2
Серы диоксид SO ₂	0,5	0,2	3
Спирт метиловый	1,0	0,5	3
Стирол	0,04	0,008	2
Сульфат аммония	0,2	0,15	3
Толуол	0,6	0,3	3
Углерод черный	0,15	0,05	3
Углерода оксид СО	5	3	4
Уксусная кислота	0,2	0,06	3
Фенол	0,01	0,003	2
Формальдегид	0,035	0,003	2
Фтористые соединения	0,02	0,005	2
Хлор	0,1	0,03	2
Хлороводород	0,2	0,2	2
Хром шестивалентный	0,015	0,0015	1
Цианистый водород	0,2	0,2	2
Циклогексан	1,4	0,6	4
Цинк	–	0,05	3
Этанол	5	2	4
Этилацетат	0,1	–	4



Приложение Б (обязательное)

Таблица Б.1 – Валовой выброс загрязняющих веществ

Загрязняющее вещество	Производство чугунолитейного литья	Производство ДСП с использованием синтетических смол	Производство лаков	Производство стекловолокна	Производство красного и синего ликатного кирпича	Стеклодувное производство	Производство по изготовлению шин	Производство искусственных волокон	Производство суперфосфатных удобрений	Производство бумаги из целлюлозы	Производство по переработке нефти	Производство по переработке пластмасс	Производство аммиака и азотной кислоты	Производство готовых лекарственных форм	Производство фарфоровых и фаянсовых изделий
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Азота диоксид NO ₂	621,31	168,04	80,58	299,56	24,99	418,2	28,06	135,14	128,41	13,26	2396,3	1,024	1276,4	0,126	145,18
Серы диоксид SO ₂	253,33	28,86	94,19	37,62	40,26	26,10	104,19	2860,2	458,73	0,029	10673,0	–	502,08	–	120,92
Углерода оксид CO	3330,12	729,43	136,15	200,50	90,93	74,08	627,23	564,25	154,27	13,13	1115,3	3,99	2342,2	0,394	790,24
Пыль неорганическая: SiO ₂ менее 70 %	89,50	27,02	7,85	332,28	6,32	26,97	93,41	45,32	133,72	0,035	–	0,018	–	0,135	129,81
Пыль неорганическая SiO ₂ более 70 %	–	–	–	–	11,49	8,16	–	–	–	–	–	–	–	–	1,92
Пыль древесная	13,03	9,83	2,16	–	–	4,15	–	–	–	0,448	–	–	–	0,176	1,374
Железа оксид	327,67	–	–	–	0,075	0,31	–	–	8,12	0,039	4,03	–	–	0,058	0,169

Вариант

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Масло минеральное	-	-	-	-	1,017	0,36	-	-	-	0,075	-	-	-	0,088	-
Пентан	-	-	-	-	27,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Предельные УГВ ₁₁₋₁₉	-	-	63,72	227,12	-	-	1335,5	3,49	6,31	1,19	6131,3	-	-	-	1,31
Углерод чер-ный	-	-	-	-	-	-	101,12	-	-	-	-	-	-	-	-
Марганец и его соединения	22,68	-	-	-	0,455	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,059
Бензин	-	-	-	-	-	-	24,30	-	-	-	-	-	-	-	-
Аммиак	-	-	-	-	-	0,23	-	-	269,96	0,009	28,32	0,012	1585,8	0,245	-
Натрий и его соединения	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	902,98	-	-
Карбамид	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	568,80	-	-
Аммиачная се-литра	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	357,84	-	-
Сульфат аммония	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123,41	-	-
Серная кислота	-	-	-	-	-	-	-	-	187,23	-	-	-	14,85	-	-
Водород хлористый	1,178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сероводород	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48,89	-	-	-	0,021
Фтористые соединения	-	-	-	10,39	-	2,78	-	-	124,97	-	-	-	-	-	-
Формальдегид	-	19,80	-	6,34	-	-	3,54	0,028	-	-	-	-	-	-	-
Кальция гидроксид	81,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ацетон	-	25,31	23,69	75,18	-	-	-	2,2	-	-	-	-	-	0,173	-
Метанол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,06	-	-	-
Этанол	-	23,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,56	-	1,384	-
Пропанол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,89	-	-	-
Бутанол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,05	-	-	-

Окончание таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Толуол	-	44,55	33,84	-	-	-	4,8	-	-	-	290,31	-	-	-	-
Этилацетат	-	-	-	-	-	-	3,4	-	-	-	-	25,33	-	-	-
Пропанол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,89	-	-	-
Бутанол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,05	-	-	-
Толуол	-	44,55	33,84	-	-	-	4,8	-	-	-	290,31	-	-	-	-
Этилацетат	-	-	-	-	-	-	3,4	-	-	-	-	25,33	-	-	-
Бутилацетат	-	-	77,92	-	-	-	-	2,7	-	0,292	-	-	-	0,193	-
Ксилол	15,26	23,46	131,2	8,26	-	-	-	-	-	-	169,04	-	-	-	-
Бензол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162,85	-	-	-	-
Стирол	-	-	-	11,58	0,91	-	-	-	-	-	-	1,34	-	-	-
Капролак-там	-	-	-	-	-	-	-	167,38	-	-	-	-	-	-	-
Динил	-	-	-	-	-	-	-	20,04	-	-	-	-	-	-	-
Аммофос	-	-	-	-	-	-	-	-	372,44	-	-	-	-	-	-
Циклогексан	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	631,94	-	-

Приложение В (обязательное)

Таблица В.1 – Критерии, определяющие категорию объектов воздействия на атмосферный воздух

Критерий	Вариант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Производство ДСП с использованием синтетических смол	Опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное
Производство лаков	Опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное
Производство красного и силикатного кирпича	Опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное
Производство по изготовлению шин	Опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное
Производство искусственных волокон	Опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное
Производство перфолент, перфобумаги	Опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное
Производство по переработке нефти	Опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное
Производство аммиака и азотной кислоты	Опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное
Производство готовых лекарственных форм	Опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное
Производство фарфоровых и фаянсовых изделий	Опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное
Возможность возникновения технологической опасности Z	Опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное	Не опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Опасное	Не опасное	Не опасное
Количество стационарных источников выбросов, ед.	506	96	84	91	104	194	450	379	422	43	451	70	417	46	170
Количество мобильных источников выбросов, ед.	379	136	54	68	52	98	294	162	347	24	407	38	254	20	195
Количество загрязняющего вещества (расчетная приземная концентрация превышает 1,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Количество загрязняющих веществ, по которым 0,8–1,0 ПДК	3	2	1	0	1	0	1	0	3	0	3	1	2	0	2
Размер зоны воздействия, м	2500	2800	280	910	850	860	950	930	3400	220	3600	1900	3200	150	1250