

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего
Профессионального Образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(МИИТ)

Кафедра: «Техносферная
безопасность»

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В
ТЕХНОСФЕРЕ

Задание на курсовую работу с методическими указаниями
по дисциплине для студентов-бакалавров 3 курса,
направления: «**Инженерная защита окружающей среды**»

профиля: «**Безопасность жизнедеятельности в техносфере**»

Москва, 2013 г.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Курсовая работа по дисциплине «Физико-химические процессы в техносфере» – это комплексная самостоятельная работа обучающегося. Целью выполнения курсовой работы является обзор теоретического материала и получение практических навыков по дисциплине «Физико-химические процессы в техносфере». Номер варианта студента соответствует номеру в списке группы.

Курсовая работа должна состоять из содержания, введения, двух частей, заключения, списка используемых источников. Во введении указываются основные особенности рассматриваемого предприятия – локомотивного депо и формируется задача курсовой работы.

В первой части приводятся результаты **расчета загрязнения атмосферы в жилой зоне котельной локомотивного депо** (по заданию 1) на основании исходных данных (Приложение 1). В этой части следует привести ситуационный план предприятия, условными обозначениями. Общий ситуационный план представлен на рисунке 1.1, условные обозначения соответствуют исходным данным Приложения 1. Приводится расчет выбросов загрязняющих веществ из дымовой трубы котельной, расчет рассеивания выбросов в приземном слое атмосферы в соответствии с ОНД-86. На основании расчетов рассеивания оценивается уровень загрязнения атмосферы в жилой зоне, расположенной вблизи предприятия.

Во второй части приводятся результаты **расчета нормативно допустимых сбросов веществ, поступающих в водные объекты со сточными водами** (по заданию 2) локомотивного депо **на основании исходных данных (Приложение 2)**.

В заключении даются основные выводы по полученным результатам.

Условия всех заданий переписывают полностью, без сокращений. Расчеты, вывод формул и ответы на теоретические вопросы должны быть коротко, но четко обоснованы. При проведении расчетов нужно приводить весь ход решения и математические преобразования. Формулы набираются в редакторе формул. Графики и рисунки должны быть выполнены аккуратно с использованием чертёжных инструментов или компьютерной технологии. Работа должна иметь подпись студента и дату. Курсовая работа представляется в бумажном и электронном виде: в бумажном виде на листах А4 и на СД-диске.

1. РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В ЖИЛОЙ ЗОНЕ КОТЕЛЬНОЙ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО

ЗАДАНИЕ 1. Провести расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферы из дымовой трубы котельной при сжигании твердого топлива. На основании расчета рассеивания выбросов в приземном слое атмосферы провести анализ уровня загрязнения атмосферы в контрольных точках селитебной зоны. Исходные данные для расчета приведены в Приложении 1.

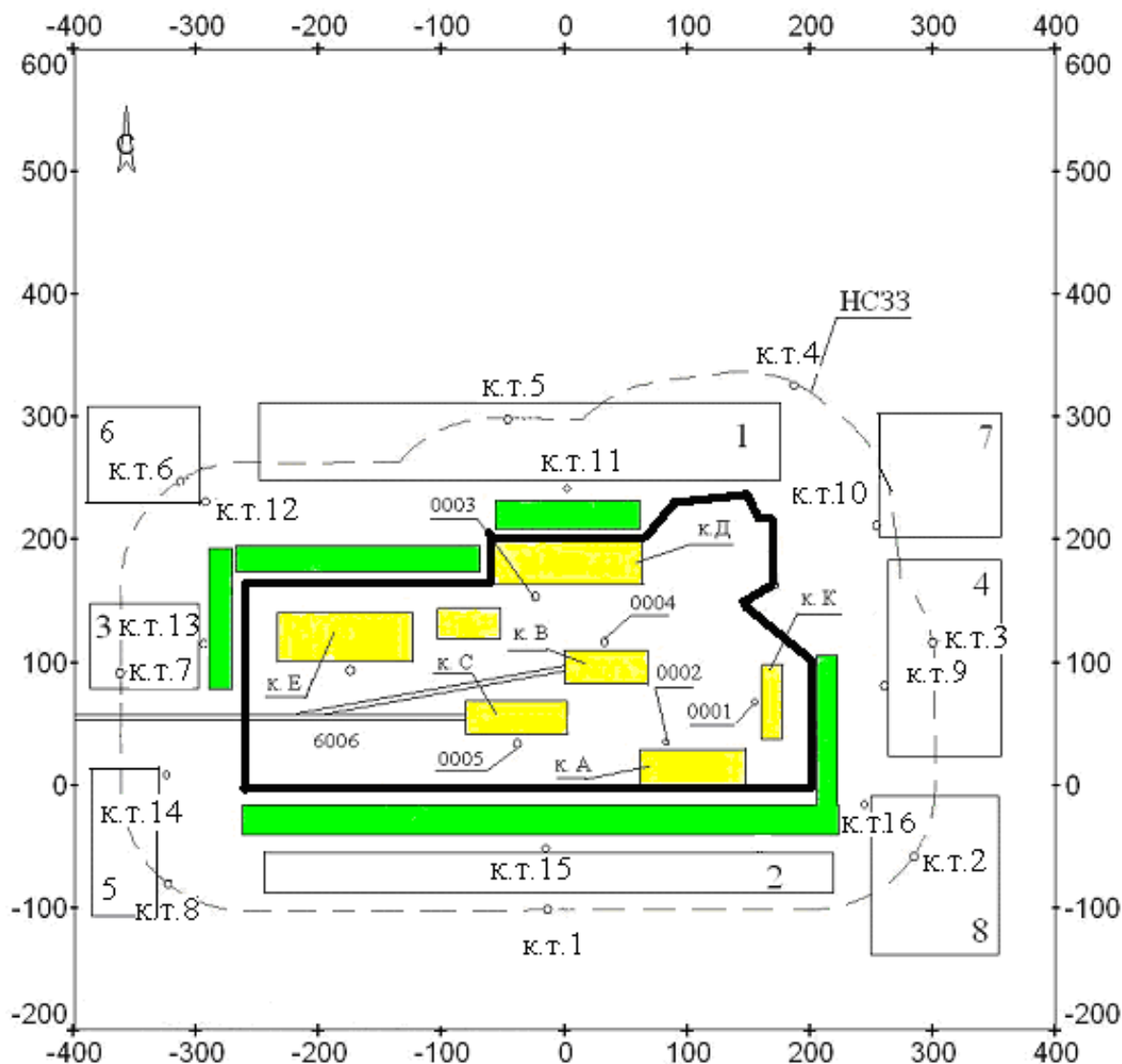
1.1 Краткая характеристика предприятия как источника загрязнения атмосферы

Исходные данные для задания 1 для курсовой работы выбираются согласно списочного состава студентов группы по таблицам, приведенным в Приложении 1.

Предприятие Локомотивное депо проводит техобслуживание и ремонт электро- и тепловозов. Город расположения Локомотивного депо приводится в таблице 1 Приложения 1, а карта-схема предприятия и его района расположения – на рисунке 1. В таблице 1 Приложения 1 для каждого варианта также приводится перечень объектов, расположенных в восьми направлениях от границы предприятия (на север, северо-запад, запад и т.д.): жилая зона, промпредприятие, парк, сады, лес.

Карта-схема расположения предприятия в заводской системе координат приведена на рисунке 1.1. Описание расположения района и обозначения на карте-схеме представлены в таблице 1 приложения и в подписи к рисунку. Цифрами на рисунке 1.1 обозначены объекты, расположенные вблизи предприятия. При характеристике предприятия как источника загрязнения атмосферы в первой части курсовой работы дается полное описание объектов, расположенных вблизи предприятия, отмечаются контрольные точки жилой зоны и зоны отдыха, нормативной санитарно-защитной зоны предприятия.

Котельная предприятия осуществляет обогрев производственных помещений и подачу пара для производственных нужд, работает круглосуточно. Исходные данные для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из дымовой трубы котельной предприятия приведены в таблице 2. В таблице 3 даны характеристики источников загрязнения атмосферы, необходимые для проведения расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы.



Объект: Локомотивное депо

Условные обозначения: — — — - HC33, — — — - промплощадка

■ - лесозащитная полоса, ■ - производственные корпуса

0001-0005 - организованные ИЗА, 6006 - неорганизованный ИЗА

1 ÷ 8 - объекты

к.т. 1-8 нормативной СЗЗ; к.т. 1-16 – контрольные точки объектов (указать к.т. селитебной зоны в подписи к рисунку)

Рисунок 1.1 – Карта-схема района расположения локомотивного депо

1.2 Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в дымовых газах котельной при сжигании твердого топлива

Котельные являются наиболее распространенными источниками загрязнения атмосферного воздуха среди предприятий железнодорожного транспорта (на их долю приходится до 80% суммы выбросов всех загрязняющих веществ). Паровые котлы котельной вырабатывают пар для технологических нужд и обогрева производственных помещений. Для котельных, в зависимости от вида топлива, на котором они работают, нормируемыми являются массы выбросов следующих видов загрязняющих веществ:

– оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, бенз(а)пирен, твердые частицы для котельных, работающих на твердом или жидком топливе (летучая зола – сажа; коксовые остатки или мазутная зола в пересчете на ванадий);

– оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, бенз(а)пирен (для котельных, работающих на газообразном топливе: природный, доменный газ).

Расчет выбросов продуктов сгорания (оксида углерода, оксидов азота, бенз(а)пирена и т.д.) от котельных осуществляется по «Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал/ч» [4]. В соответствии с методикой проводится расчет валового и максимально-разового выбросов по каждому виду учитываемого загрязняющего вещества.

Ниже приводятся расчетные формулы для определения выбросов загрязняющих веществ дымовой трубой (источник 0001 на рисунке 1.1) котельной Локомотивного депо, расположенной в корпусе к. К.

1.2.1 Валовые и максимально-разовые выбросы твердых частиц

При сжигании твердого топлива (угля, кокса, торфа) с дымовыми газами в атмосферу выбрасываются твердые частицы: летучая зола и несгоревшее топливо.

Суммарное количество твердых частиц (летучей золы и несгоревшего топлива) $M_{ТВ}$, поступающих в атмосферу с дымовыми газами котлов (г/с, т/год), вычисляют по формуле:

$$M_{ТВ} = 0,01B \left(a_{ун} A^r + q_4 \frac{Q_i^r}{32,68} \right) (1 - \eta_3) \quad (1.1)$$

где B – расход натурального топлива, г/с (т/год), указан в задании на курсовой проект (Приложение 1, таблица 2)¹;

A^r – зольность топлива на рабочую массу, %; для бурых углей принять $A^r=40\%$, для каменных углей – $A^r=43\%$, для антрацитов – $A^r=30\%$, для торфа – $A^r=14\%$;

$a_{ун}$ – доля золы, уносимой газами из котла (доля золы топлива в уносе), таблица 5;

η_3 – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях; если золоуловители отсутствуют $\eta_3=0$;

q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %; при отсутствии данных можно использовать ориентировочные значения, приведенные в таблице 1.1;

Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг (таблица 1.2);

32,68 – теплота сгорания углерода, МДж/кг.

Количество летучей золы (M_3) в г/с (т/год), входящее в суммарное количество твердых частиц, уносимых в атмосферу, вычисляют по формуле:

$$M_3 = 0,01B a_{ун} A^r (1 - \eta_3) \quad (1.2)$$

Количество коксовых остатков при сжигании твердого топлива и сажи при сжигании мазута (M_K) в г/с (т/год), образующихся в топке в результате механического недожога топлива и выбрасываемых в атмосферу, определяют по формуле:

$$M_K = M_{ТВ} - M_3, \quad (1.3)$$

¹ При использовании значений расхода топлива B , приведенного в таблице 2 Приложения 1, для расчета максимально-разового выброса необходимо обращать внимание на размерность расхода топлива B , подставляемого в расчетные формулы, и осуществлять перевод задаваемого максимального расхода B_q (кг/час) в нужную размерность.

В обязательном порядке осуществляется расчет максимально разовых (г/с) и валовых (т/год) выбросов твердых веществ в атмосферу при сжигании твердого топлива.

Таблица 1.1 – Характеристика топок котлов малой мощности

Вид топок и котлов	Топливо	q _з , %	q _д , %
С неподвижной решеткой и ручным забросом топлива	Бурые угли	2,0	8,0
	Каменные угли	2,0	7,0
	Антрациты АМ и АС	1,0	10,0
Топки с цепной решеткой	Донецкий антрацит	0,5	13,5
Шахтно-цепные топки	Торф кусковой	1,0	2,0
Топки с пневмомеханическим забрасывателем и цепной решеткой прямого хода	Угли типа кузнецких	1,0	5,5
	Угли типа донецкого	1,0	6
	Бурые угли	1,0	5,5
Топки с пневмомеханическими забрасывателями и цепной решеткой обратного хода	Каменные угли	1,0	5,5
	Бурые угли	1,0	6,5
Топки с пневмомеханическими забрасывателями и неподвижной решеткой	Донецкий антрацит	1,0	13,5
	Бурые угли типа	1,0	9
	подмосковных, бородинских	1,0	6
	Угли типа кузнецких	1,0	5,5

Таблица 1.2 – Характеристика твердых топлив

№ п/п	Наименование топлива	q _т , %	S ^r , %	Q _i ^r , МДж/кг
1.	Подмосковный бассейн (бурый уголь)	39,0	4,2	9,88
2.	Печорский бассейн (каменный уголь)	31,0	3,2	17,54
3.	Челябинский бассейн (бурый уголь)	29,9	1,0	14,19
4.	Кузнецкий бассейн (каменный уголь)	13,2	0,4	22,93
5.	Антрацит	29,9	1,9	16,39

1.2.2 Расчет выбросов оксидов азота при сжигании твердого топлива

Для котлов, оборудованных топками с неподвижной, цепной решеткой, с пневмомеханическим забрасывателем и для шахтных топок с наклонной решеткой суммарное количество оксидов азота NO_x (в г/с, т/год), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами при сжигании твердого топлива, рассчитывается по формуле:

$$M_{NO_x} = B_p Q_i^r K_{NO_x}^T \beta_r k_{II}, \quad (1.4)$$

где B_p – расчетный расход топлива, определяемый по формуле (1.5), кг/с (т/год), указан в задании на курсовой проект (Приложение 1, таблица 2);

Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг, (таблица 1.2);

K_{NO_x}^T – удельный выброс оксидов азота при слоевом сжигании твердого топлива, г/МДж.

Расчетный расход топлива B_p, т/ч или т/год, определяется по соотношению:

$$B_p = \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot B, \quad (1.5)$$

где B – полный расход топлива на котел, m^3 или $m^3/год$, задание исходных данных для расчета в таблице 3 приложения;

q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, % (таблица 1.1).

Величина $K_{NO_2}^T$ рассчитывается по формуле:

$$K_{NO_2}^T = 0,35 \cdot 10^{-3} \alpha_T \left(1 + 5,46 \frac{100 - R_6}{100}\right) \sqrt[4]{Q_i^r q_r}, \quad (1.6)$$

где α_T – коэффициент избытка воздуха в топке, определяемый по формуле:

$$\alpha_T = \frac{21}{21 - O_2}, \quad (1.7)$$

где O_2 – концентрация кислорода в дымовых газах за котлом, %; при отсутствии информации о концентрации кислорода в дымовых газах за котлом можно принимать $\alpha_T = 1,4$;

R_6 – характеристика гранулометрического состава угля – остаток на сите с размером ячеек 6 мм, %; принимается при расчете равным 1 %;

q_r – тепловое напряжение зеркала горения, MBm/m^2 , при расчетах можно использовать значение $350 MBm/m^2$;

β_r – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов, подаваемых в смеси с дутьевым воздухом под колосниковую решетку, на образование оксидов азота:

$$\beta_r = 1 - 0,075 \sqrt{r}, \quad (1.8)$$

r – степень рециркуляции дымовых газов, %; указана в таблице 2 Приложения 1;

k_n – коэффициент пересчета; при определении выбросов в грамм в секунду (г/с) $k_n = 1$; при определении выбросов в тоннах в год (т/год) $k_n = 10^{-3}$.

В обязательном порядке осуществляется расчет максимально разовых (г/с) и валовых (т/год) выбросов оксидов азота в атмосферу при сжигании твердого топлива.

В связи с установленными отдельными ПДК на оксид и диоксид азота и с учетом трансформации оксидов азота суммарные выбросы оксидов азота разделяются на составляющие по формуле:

$$M_{NO_2} = 0,8 M_{NO_x}, M_{NO} = 0,13 M_{NO_x} \quad (1.9)$$

1.2.3 Расчет выбросов оксидов серы

Суммарное количество оксидов серы M_{SO_2} , выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами (г/с, $m^3/год$) при сжигании всех видов топлива, вычисляется по формуле:

$$M_{SO_2} = 0,02 B S^r \left(1 - \eta'_{SO_2} - \eta''_{SO_2}\right) \quad (1.10)$$

где B – расход натурального топлива, г/с ($m^3/год$), указан в задании на курсовой проект (Приложение 1, таблица 2);

S^r – содержание серы в топливе на рабочую массу, % (табл. 1.2);

η'_{SO_2} – доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле; ориентировочные значения при сжигании угля $\eta'_{SO_2} = 0,1$; антрацита $\eta'_{SO_2} = 0,02$;

η''_{SO_2} — доля оксидов серы, улавливаемых в мокром золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц, при отсутствии золоуловителей принимается равной нулю.

В обязательном порядке осуществляется расчет максимально разовых (г/с) и валовых (т/год) выбросов диоксида серы в атмосферу при сжигании твердого топлива.

1.2.4 Расчет выбросов оксида углерода

Расчет суммарного количества выбросов оксида углерода для твердого и жидкого топлива, $г/с$ ($т/год$), выполняется по соотношению:

$$M_{CO} = 10^{-3} B C_{CO} \left(1 - \frac{q_4}{100} \right), \quad (1.11)$$

где B – расход топлива, $г/с$ или $т/год$ (Приложение 1, таблица 2);

C_{CO} – выход оксида углерода при сжигании топлива, $г/кг$ или $кг/т$, рассчитывается по формуле:

$$C_{CO} = q_3 R Q_i^r, \quad (1.12)$$

где q_3 – потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, % (таблица 1.1);

R – коэффициент, учитывающий долю вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода; принимается для твердого топлива 1,0;

Q_i^r – низшая теплота сгорания натурального топлива, $МДж/кг$, табл. 1.2;

q_4 – потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, % (табл. 1.1).

Ориентировочная оценка суммарного количества выбросов оксида углерода M_{CO} , ($г/с$, $т/год$) может проводиться по формуле:

$$M_{CO} = 10^{-3} B Q_i^r K_{CO} \left(1 - \frac{q_4}{100} \right), \quad (1.13)$$

где K_{CO} – количество оксида углерода, образующееся на единицу тепла, выделяющегося при горении топлива, $кг/ГДж$, принимается по табл. 1.3.

В обязательном порядке осуществляется расчет максимально разовых (г/с) и валовых (т/год) выбросов оксида углерода в атмосферу при сжигании твердого топлива.

1.2.4 Расчетное определение выбросов бенз(а)пирена в атмосферу паровыми и водогрейными котлами

Выброс бенз(а)пирена, поступающего в атмосферу с дымовыми газами ($г/с$, $т/год$), рассчитывается по уравнению:

$$M_{\text{бп}} = C_{\text{бп}} \cdot V_{\text{ст}} \cdot B_p \cdot k_{\text{п}}, \quad (1.14)$$

где $C_{\text{бп}}$ – массовая концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах при стандартном коэффициенте избытка воздуха $\alpha_o = 1,4$ и нормальных условиях², $мг/м^3$;

B_p – расчетный расход топлива; при определении выбросов в граммах в секунду B_p берется в $т/ч$; при определении выбросов в тоннах в год B_p берется в $т/год$;

$V_{\text{ст}}$ – объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании 1 кг топлива, при $\alpha_o = 1,4$, $м^3/кг$ топлива. При расчетах использовать значение $V_{\text{ст}}$, равное $2 м^3/кг$ топлива – для твердого топлива;

$k_{\text{п}}$ – коэффициент пересчета; при определении выбросов в $г/с$ $k_{\text{п}} = 0,278 \cdot 10^{-3}$; при определении выбросов в тоннах в год $k_{\text{п}} = 10^{-6}$.

Таблица 1.3 – Значения коэффициентов $K_{\text{со}}$ и a_{yn} в зависимости от типа топки и вида топлива

Тип топки	Вид топлива	a_{yn}	$K_{\text{со}}$, кг/ГДж
С неподвижной решеткой и ручным забросом топлива	Бурые угли	0,0023	1,9
	Каменные угли	0,0023	1,9
	Антрациты	0,003	1,0
С пневмомеханическими забрасывателями и неподвижной решеткой	Бурые и каменные угли	0,0026	0,7
	Антрацит	0,0088	0,6
С цепной решеткой прямого хода	Антрацит	0,002	0,4
С забрасывателями и цепной решеткой	Бурые и каменные угли	0,0035	0,7
Шахтная	Твердое топливо	0,0019	2,0

Расчетный расход топлива B_p , $т/ч$ или $т/год$, определяется по соотношению:

$$B_p = \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot B, \quad (1.15)$$

где B – полный расход топлива на котел, $т/ч$ или $т/год$, задание исходных данных для расчета в таблице 2 Приложения 1;

q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, % (таблица 1.1).

Концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах котлов при слоевом сжигании твердых топлив $C_{\text{бп}}^T$ ($мг/н.м^3$), приведенная к избытку воздуха в газах $\alpha = 1,4$, рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{бп}}^T = 10^{-3} \cdot \left(\frac{A Q_i^r}{e^{2,5\alpha_T}} + \frac{R}{t_n} \right) K_{\text{д}} K_{\text{зв}} \quad (1.16)$$

где A – коэффициент, характеризующий тип колосниковой решетки и вид топлива; коэффициент A принимают равным

для углей, антрацитов и сланцев 2,5

² Температура 273 К и давление 101,3 кПа.

для древесины и торфа 1,5

Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг (таблица 1.2);

R – коэффициент, характеризующий температурный уровень экранов;

для $t_n \geq 150^\circ\text{C}$ R=350

для $t_n < 150^\circ\text{C}$ R=290

t_n – температура насыщения при давлении в барабане паровых котлов или на выходе из котла для водогрейных котлов; $t_n = 200^\circ\text{C}$;

K_{3y} – коэффициент, учитывающий степень улавливания бенз(а)пирена золоуловителем и определяемый по соотношению:

$$K_{3y} = 1 - \eta_{3y} \cdot z \quad (1.17)$$

где η_{3y} – степень очистки газов в золоуловителе, доли единицы, при отсутствии золоуловителя $\eta_{3y} = 0$;

z – коэффициент, учитывающий снижение улавливающей способности золоуловителем бенз(а)пирена:

при температуре газов перед золоуловителем $t'_{3y} \geq 185^\circ\text{C}$

$z = 0,8$ – для сухих золоуловителей

$z = 0,9$ – для мокрых золоуловителей

при температуре газов перед золоуловителем $t'_{3y} < 185^\circ\text{C}$

$z = 0,7$ – для сухих золоуловителей

$z = 0,8$ – для мокрых золоуловителей.

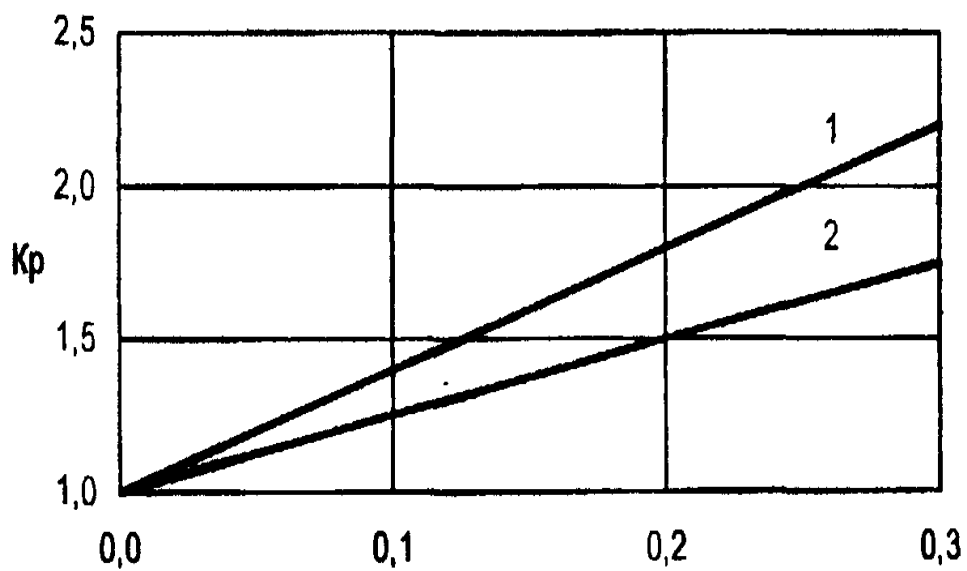
Принимается $t'_{3y} = t_n = 200^\circ\text{C}$.

K_p – коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания, (определяется по графику рисунка 1.2 для случая подачи воздуха в щели под горелки);

K_d – коэффициент, учитывающий влияние нагрузки котла на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания, (определяется по графику рисунка 1.4 в зависимости от относительной нагрузки котла D/D_n); значения номинальной и фактической паропроизводительности даны в задании на курсовой проект;

$K_{ст}$ – коэффициент, учитывающий влияние ступенчатого сжигания на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания, (определяется по графику рисунка 1.3 в зависимости от доли воздуха λ , подаваемого помимо горелок).

Коэффициенты, учитывающие влияние различных факторов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания.

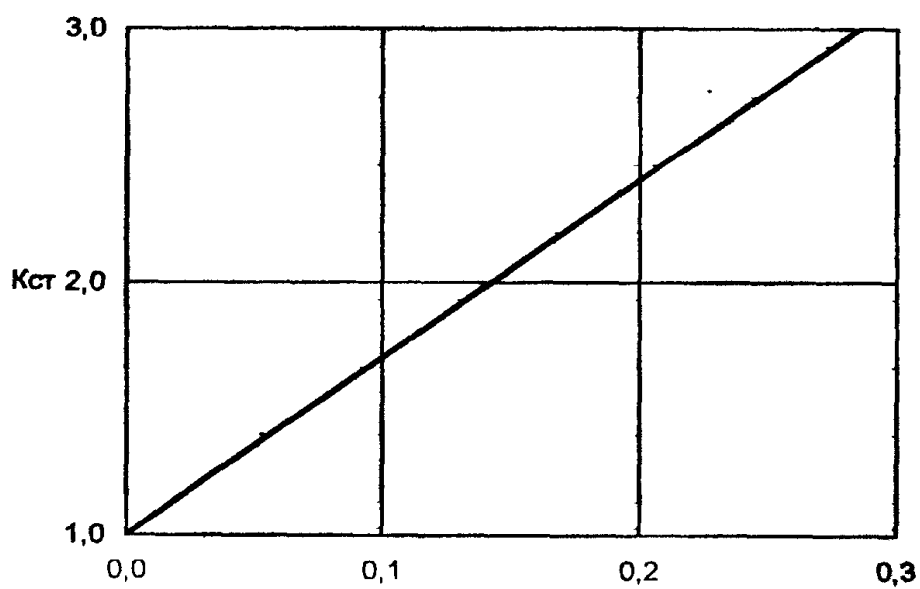


Степень рециркуляции

1 – в дутьевой воздух или кольцевой канал вокруг горелок;

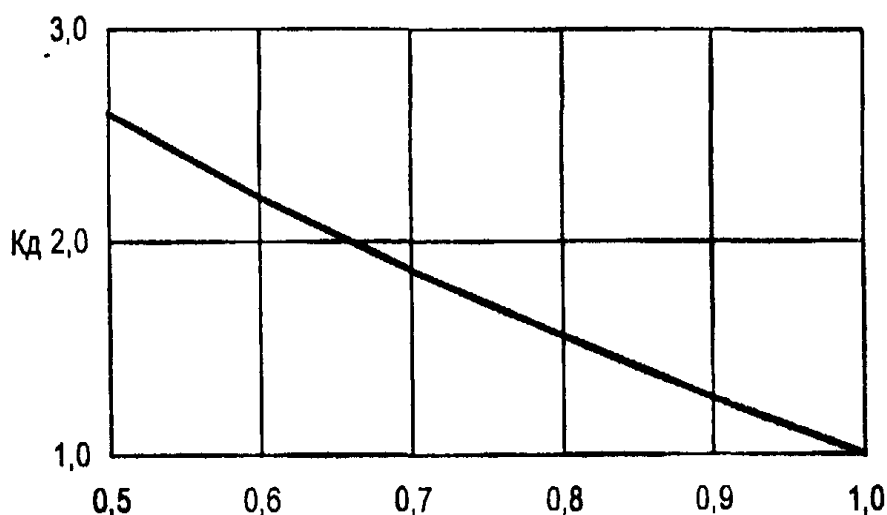
2 – в щели под горелками.

Рисунок 1.2 – Зависимость K_p от степени рециркуляции



λ , доля воздуха, подаваемого помимо горелок (над ними)

Рисунок 1.3 – Зависимость K_{ct} от доли воздуха, подаваемого помимо горелок



Относительная нагрузка котла. D/D_n

Рисунок 1.4 – Зависимость K_d от относительной нагрузки котла

В обязательном порядке осуществляется расчет максимально разовых (г/с) и валовых (т/год) выбросов бенз(а)пирена в атмосферу при сжигании твердого топлива.

1.2.6 Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу котельной Локомотивного депо

Результаты расчета выбросов всех загрязняющих веществ в атмосферу источником 0001 Локомотивного депо заносятся в таблицу 1.4. В таблице приведены значения максимально разовых концентраций вредных веществ, установленные на для населенных пунктов. Данные таблицы 1.4 используются при проведении расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы и при установлении нормативов их предельно-допустимых выбросов.

Таблица 1.4 – Валовые и максимально-разовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу котельной Локомотивного депо

Наименование ЗВ	Код ЗВ	ПДК _{м.р.} , мг/м ³	ПДК _{с.с.} , мг/м ³	ОБУВ, мг/м ³	Класс опасности	М, г/с	П, т/год
Котельная, источник 0001							
Азота диоксид	0301	0,2	0,004		2		
Азота оксид	0304	0,4	0,06		3		
Сажа (углерод черный)	0328	0,15	0,05		3		
Ангидрид сернистый	0330	0,5	0,05		3		
Углерода оксид	0337	5	3		4		
Бенз(а)пирен	0703		0,000001		1		
Зола угольная	3714			0,3	-		

1.3 Расчет рассеивания выбросов загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы

Степень загрязнения атмосферного воздуха промышленными выбросами из дымовых труб определяется по наибольшему значению концентрации вредных веществ – C_M , мг/м³ в приземном слое атмосферы. Выбросы в атмосферу должны лимитироваться таким образом, чтобы с учетом рассеивания примесей концентрация каждого вредного вещества в приземном слое атмосферного воздуха не превышала санитарную норму: в воздухе на

территории предприятия 30 % предельно допустимой концентрации вредного вещества рабочей зоны (ПДК_{рз}), в воздухе населенных пунктов – величины максимальной разовой предельно допустимой концентрации – $C_M \leq \text{ПДК}_{\text{МР}}$. Ограничение на содержание примесей в воздухе на территории предприятия связано с его использованием для вентиляции производственных помещений. Для зон санитарной охраны курортов, мест размещения крупных санаториев и домов отдыха, зон отдыха, парков городов, садовых кооперативов, а также для других территорий с повышенными требованиями к охране атмосферного воздуха – $C_M \leq 0,8 \text{ПДК}_{\text{М.Р.}}$.

Нормирование выбросов строящегося предприятия проводят с учетом присутствующих в воздухе примесей. Содержание этих примесей рассматривают в качестве фоновой концентрации $C_{\text{ф}}$. В связи отсутствием данных Гидромета по фоновым концентрациям принимать значение фоновой концентрации для всех загрязняющих веществ равным десятой части его максимально-разовой предельно-допустимой концентрации.

В результате распространения (рассеивания) выбросов концентрация вредных веществ, попавших в атмосферу, уменьшается при удалении от дымовой трубы. Расчет рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы выполняется по методике ОНД-86, при этом в первую очередь определяется целесообразность проведения расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы.

Оценка целесообразности проведения расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ для Локомотивного депо осуществляется в соответствии с ОНД-86, согласно которому детальные расчеты загрязнения атмосферы не проводятся при соблюдении условия:

$$\sum_{i=1}^n C_{\text{м}i} / \text{ПДК} \leq E_3 \quad (1.18)$$

где $C_{\text{м}i}$ – сумма максимальных концентраций j -го вещества от совокупности источников данного предприятия, $\text{мг}/\text{м}^3$;

E_3 – коэффициент целесообразности расчета, $E_3 = 0,1$.

Для расчета рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы используется карта-схема местности, представленная на рисунке 1.1. Объекты, расположенные вблизи предприятия, на карте-схеме должны соответствовать заданию (таблица 1 Приложения 1).

Размер нормативной санитарно-защитной зоны (НСЗЗ) Локомотивного депо согласно санитарной классификации действующего СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 принимается равным 100 м. На рисунке 1.1 приведены нормативная санитарно-защитная зона предприятия и контрольные точки НСЗЗ (к.т. 1-8).

При расчете рассеивания выбросов и значений концентраций вредного вещества согласно ОНД-86 в качестве предельно-допустимой концентрации рассматриваемого вещества в атмосферном воздухе (ПДК_ж) используется значение максимально-разовых ПДК, усредненных за 20-ти – 30-ти минутный интервал (ПДК_{м.р.ж}). Для веществ, для которых установлены только среднесуточные концентрации ПДК_{с.с.}, в соответствии с ОНД-86 [10], «Методическим пособием...» [15] при расчетах рассеивания выбросов ЗВ используется значение $\text{ПДК}_j = 10 \text{ПДК}_{\text{с.с.}j}$. Для веществ, для которых установлены значения ОБУВ_ж, при расчетах рассеивания выбросов ЗВ используется значение $\text{ПДК}_j = \text{ОБУВ}_j$. Для веществ, для которых отсутствуют гигиенические критерии качества воздуха: ПДК_{м.р.ж}, ПДК_{с.с.}, ОБУВ, но есть значения ПДК_{р.з.}, при расчетах рассеивания выбросов ЗВ используется значение $\text{ПДК}_j = 0,1 \text{ПДК}_{\text{р.з.}}$. Используемые при проведении расчетов рассеивания значения максимально

разовых, среднесуточных предельно допустимых концентраций, ОБУВ загрязняющих веществ приведены в таблице 1.4.

В соответствии с инфраструктурой района расположения предприятия в качестве контрольных (расчетных) точек выбираются точки селитебной (жилой) зоны и зон отдыха (сады, парки отдыха и т.д.), расположенных внутри НСЗЗ, точки НСЗЗ (всего 8 расчетных точек по всем направлениям). На карту-схему (рис. 1.1) нанести все контрольные точки, в тексте дать пояснения (например, к.т. 1- к.т.8 - точки на границе НСЗЗ, к.т. 9 и т.д. – точки на границе селитебной зоны - жилой зоны, парка отдыха, садов).

Анализ рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе предполагает:

1. Определение величины концентрации вредного вещества в точке максимального загрязнения слоя воздуха вблизи земной поверхности (до высоты 2 м).
2. Определение расстояния от источника выброса до места, где наблюдается максимальная концентрация вредного вещества.
3. Расчет и анализ распределения концентрации вредного вещества в приземном слое атмосферы над прилегающей территорией.
4. Оценку загрязнения атмосферы в контрольных точках на границе селитебной (жилой) зоны и зон отдыха.

В соответствии с ОНД-86 [10] осуществляется расчет наибольшей концентрации вредного вещества в приземном слое воздуха, расстояния от источника выброса до места максимального загрязнения воздуха, опасной скорости ветра. Полученные значения применяются при дальнейшем анализе воздействия предприятия на атмосферный воздух.

В таблице 3 Приложения 1 даны характеристики источников загрязнения атмосферы, необходимые для проведения расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы. Координаты и место расположение источников загрязнения атмосферы определяются по карте-схеме (рис. 1.1).

Максимальная приземная концентрация вредных веществ – C_m , мг/м³, при рассеивании нагретой газовой смеси из одиночного точечного источника (трубы) с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии X_m (м) от источника и рассчитывается по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad (1.19)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;

M (г/с) – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени (определяется в разделе 1.2, результат расчета представляется в таблице 1.4); Значение M следует относить к 20-30-минутному периоду осреднения, в том числе и в случаях, когда продолжительность выброса менее 20 мин.

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

H (м) - высота источника выброса над уровнем земли (для наземных источников при расчетах принимается $H=2$ м), берется из таблицы 3 Приложения 1;

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км (для Локомотивного депо), $\eta=1$;

ΔT (°C) – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_r и температурой окружающего атмосферного воздуха T_b , значения которой приводятся в таблице 4 приложения – температуру окружающего атмосферного воздуха T_b (°C) принимаем равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года;

V_1 (м³/с) – расход газовой смеси, определяемый по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0 \quad (1.20)$$

где D (м) – диаметр устья источника выброса;

ω_0 (м/с) – средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса.

Значение коэффициента A , соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным:

а) 250 – для районов Средней Азии южнее 40°с.ш., Бурятии и Читинской области;

б) 200 – для Европейской территории РФ: для районов южнее 50°с.ш., для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа, для Азиатской территории РФ: Дальнего Востока и остальной территории Сибири и Средней Азии;

в) 180 – для Европейской территории РФ и Урала от 50 до 52°с.ш. за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов;

г) 160 – для Европейской территории РФ и Урала севернее 52°с.ш. (за исключением Центра ЕТС);

д) 140 – для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей (Центр ЕТС).

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе. Принимает следующие значения: для газов и мелкодисперсных аэрозолей $F = 1$, для пыли и золы с учетом коэффициента очистки газоочистной установки:

при $\eta > 90 \%$ $F = 2$;

при $\eta = 75-90 \%$ $F = 2,5$;

при $\eta < 75 \%$ $F = 3$.

Значения коэффициентов m и n определяются в зависимости от параметров f , v_m , v'_m и f_e :

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 D}{H^2 \Delta T} \quad (1.21)$$

$$v_m = 0,65 \sqrt{\frac{V_1 \Delta T}{H}} \quad (1.22)$$

$$v'_m = 1,3 \frac{\omega_0 D}{H} \quad (1.23)$$

$$f_e = 800 (v'_m)^3 \quad (1.24)$$

В формулы (1.21) и (1.22) подставляется положительное значение разности температур ΔT .

Коэффициент m определяется в зависимости от f по рисунку 1.5.

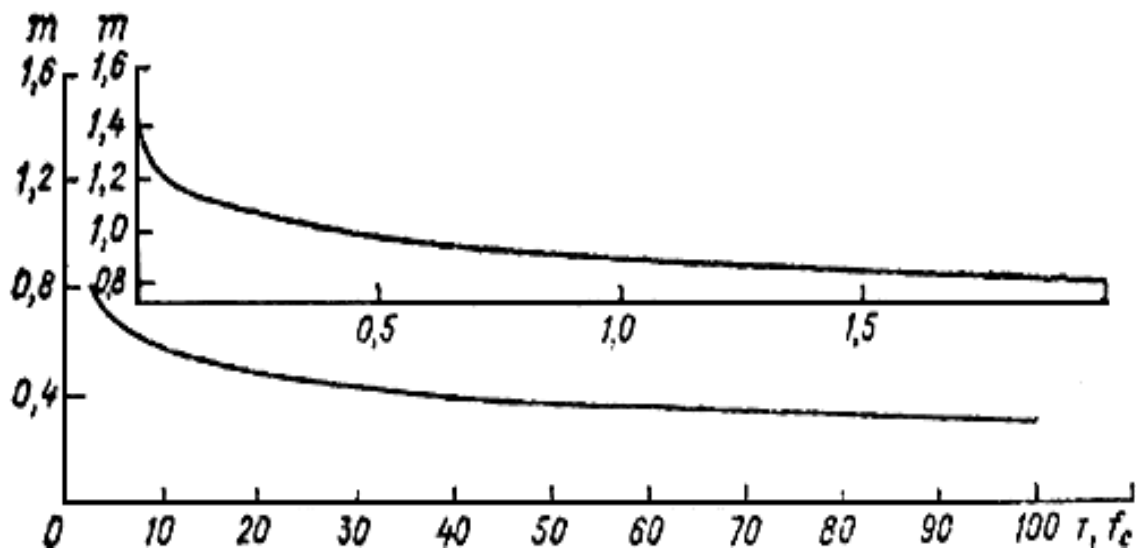


Рисунок 1.5 – Зависимость коэффициента m от f

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от v_m по рис. 1.6.

Полученные по формуле (1.19) в зависимости от параметров f , v_m , v'_m и f_e значения максимальных приземных концентраций C_m для всех загрязняющих веществ вносятся в таблицу 1.5. В этой таблице также приводятся результаты расчета целесообразности проведения расчетов рассеивания для всех загрязняющих веществ по формуле (1.18).

Для $f_e < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_e$.

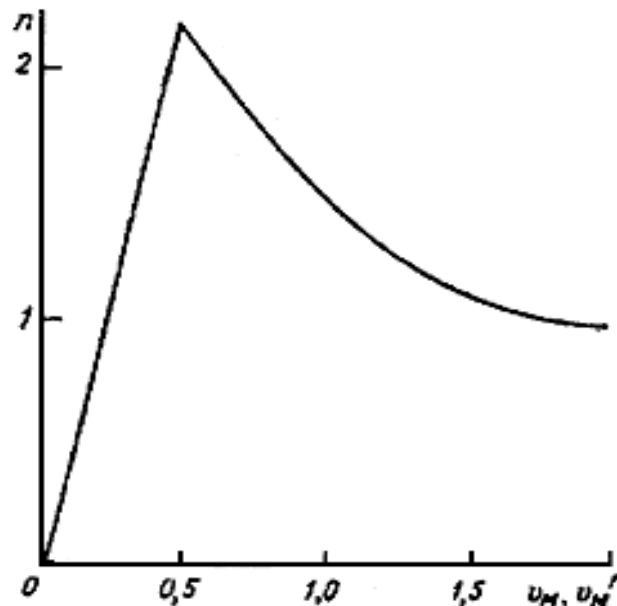


Рисунок 1.6 – Зависимость коэффициента n от v_m , v'_m

Расстояние X_m (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация C (мг/м^3) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_m , определяется по формуле:

$$X_m = \frac{5 - F}{4} dH \quad (1.25)$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ находится по формулам:

$$d = 2,48(1 + 0,28 \sqrt[3]{f_e}) \text{ при } v_m \leq 0,5; \quad (1.26)$$

$$d = 4,95v_m(1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \text{ при } 0,5 < v_m \leq 2; \quad (1.27)$$

$$d = 7 \sqrt{v_m} (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \text{ при } v_m > 2. \quad (1.28)$$

Для $f > 100$ или $\Delta T \approx 0$ значение d находится по формулам:

$$d = 5,7 \text{ при } v_M' \leq 0,5 \quad (1.29)$$

$$d = 11,4 v_M' \text{ при } 0,5 < v_M' \leq 2 \quad (1.30)$$

$$d = 16 \sqrt{v_M'} \text{ при } v_M' > 2 \quad (1.31)$$

Значение опасной скорости u_M (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ C_M , в случае $f < 100$ определяется по формулам:

$$u_M = 0,5 \text{ при } v_M \leq 0,5; \quad (1.32)$$

$$u_M = v_M \text{ при } 0,5 < v_M \leq 2 \quad (1.33)$$

$$u_M = v_M (1 + 0,12 \sqrt{f}) \text{ при } v_M > 2 \quad (1.34)$$

При $f \geq 100$ или $\Delta T \approx 0$ значение u_M вычисляется по формулам:

$$u_M = 0,5 \text{ при } v_M \leq 0,5; \quad (1.35)$$

$$u_M = v_M' \text{ при } 0,5 < v_M' \leq 2; \quad (1.36)$$

$$u_M = 2,2 v_M' \text{ при } v_M' > 2 \quad (1.37)$$

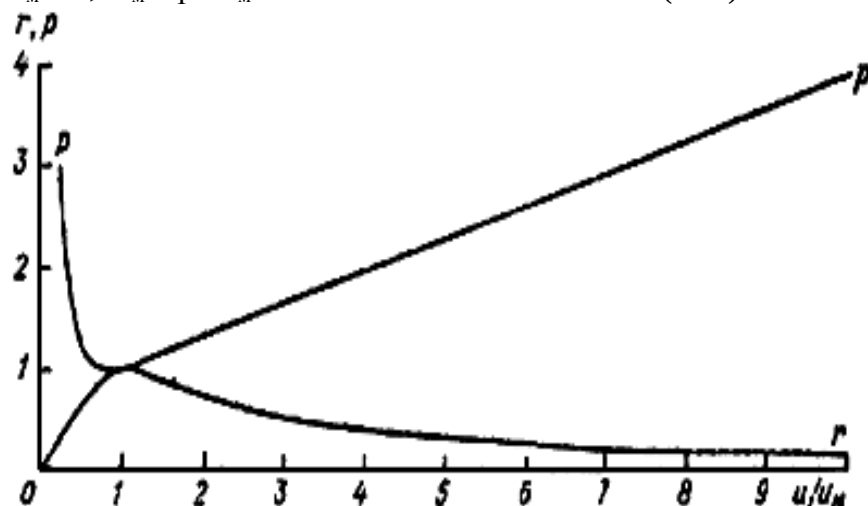


Рисунок 1.7 – Зависимость r и p от отношения u/u_M

Если для загрязняющего вещества соблюдается условие $\sum_{i=1}^n C_{mj}/\text{ПДК} \leq E_3 = 0,1$ (графа 11 в таблице 1.5), то для него дальнейшие расчеты рассеивания выбросов не проводятся.

Расстояние от источника выброса X_{mu} (м), на котором при скорости ветра u и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация вредных веществ достигает максимального значения C_{mu} (мг/м³), определяется по формуле:

$$X_{mu} = p X_M \quad (1.38)$$

где p – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения u/u_M по рисунку 1.7. Проводить расчеты при скорости ветра, равной опасной: $u = u_M$.

Полученные значения опасной скорости u_M , расстояния от источника выброса X_M и X_{mu} приводятся в таблице 1.5. Для загрязняющих веществ, для которых соблюдается

условие $\sum_{i=1}^n C_{mj}/\text{ПДК} > E_3 = 0,1$ (графа 11 в табл. 1.5) осуществляется расчет максимальной приземной концентрации в контрольных точках селитебной зоны (жилой зоны и зоны отдыха – парков, садов).

Таблица 1.5 – Результаты расчета максимальной концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы

Наименование ЗВ	Код ЗВ	ПДК _j , мг/м ³	f	v' _м	v' _м	f _e	m	n	C _м , мг/м ³	C _{мj} / ПДК _j	u _м , м/с	X _м , м	X _{мис} , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

На рисунке 1.1 приведены контрольные точки:

к.т. 1 – к.т. 8 - контрольные точки санитарно-защитной зоны,

к.т. 9 – к.т. 16 - контрольные точки на границе объектов, расположенных в санитарно-защитной зоне предприятия. Из этих точек выбираются точки, соответствующие по заданию, приведенному в таблице 2 Приложения 1, селитебной зоне (жилой зоне и зоне отдыха – паркам, садам). В подпись к рисунку 1.1 вносятся номера контрольных точек селитебной зоны.

Расчет максимальной приземной концентрации загрязняющих веществ проводится только в контрольных точках селитебной зоны в соответствии с заданием и осуществляется по значению расстояния X (м) от источника выброса до контрольной точки, определяемого по карте-схеме. Далее рассчитывается соотношение X/X_м и приземная концентрация вредных веществ C (мг/м³) по оси факела выброса на расстоянии X (м). При опасной скорости ветра u_м приземная концентрация вредных веществ C (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях X (м) от источника выброса определяется по формуле

$$C = s_1 C_m \quad (1.39)$$

где s₁ – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения X/X_м и коэффициента F по рис. 1.8.

Для низких и наземных источников (высотой H менее 10 м) при значениях X/X_м < 1 величина s₁ в (1.39) заменяется на величину s₁^H, определяемую в зависимости от соотношения X/X_м и высоты источника H по рисунку 1.9.

Код загрязняющего вещества (ЗВ), предельно-допустимая концентрация ЗВ (ПДК_i), используемая при расчетах рассеивания берутся из таблицы 1 Приложения 1. ПДК_j – предельно-допустимая концентрация рассматриваемого вещества в атмосферном воздухе, утвержденная Минздравом РФ. Согласно ОНД-86 используется значение максимально разовых ПДК, усредненных за 20-ти – 30-ти минутный интервал (ПДК_{м.р.ж}). Для веществ, для которых установлены только среднесуточные концентрации ПДК_{с.с.}, в соответствии с ОНД-86 при расчетах рассеивания выбросов ЗВ используется значение ПДК_j = 10 ПДК_{с.с.ж}. Для веществ, для которых установлены ОБУВ_ж, при расчетах рассеивания выбросов загрязняющих веществ используется значение ПДК_j = ОБУВ_ж.

C_ф – фоновая концентрация загрязняющего вещества. Фоновая концентрация является характеристикой загрязнения атмосферы и характеризует суммарную концентрацию загрязняющего вещества, создаваемую всеми источниками, расположенными на данной территории. Фоновая концентрация, в долях ПДК, при расчетах принимается равной 0,1 ПДК для диоксида азота, оксида азота, оксида углерода, диоксида серы.

Результаты расчета максимальной приземной концентрации загрязняющих веществ в контрольных точках C_{к.т.}, мг/м³ (без учета фона) и C_{к.т.}+C_ф, мг/м³ (с учетом фона) заносятся в таблицу 1.6.

На основании результатов расчета рассеивания выбросов загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы (табл. 1.6) провести анализ уровня загрязнения атмосферы в контрольных точках селитебной зоны.

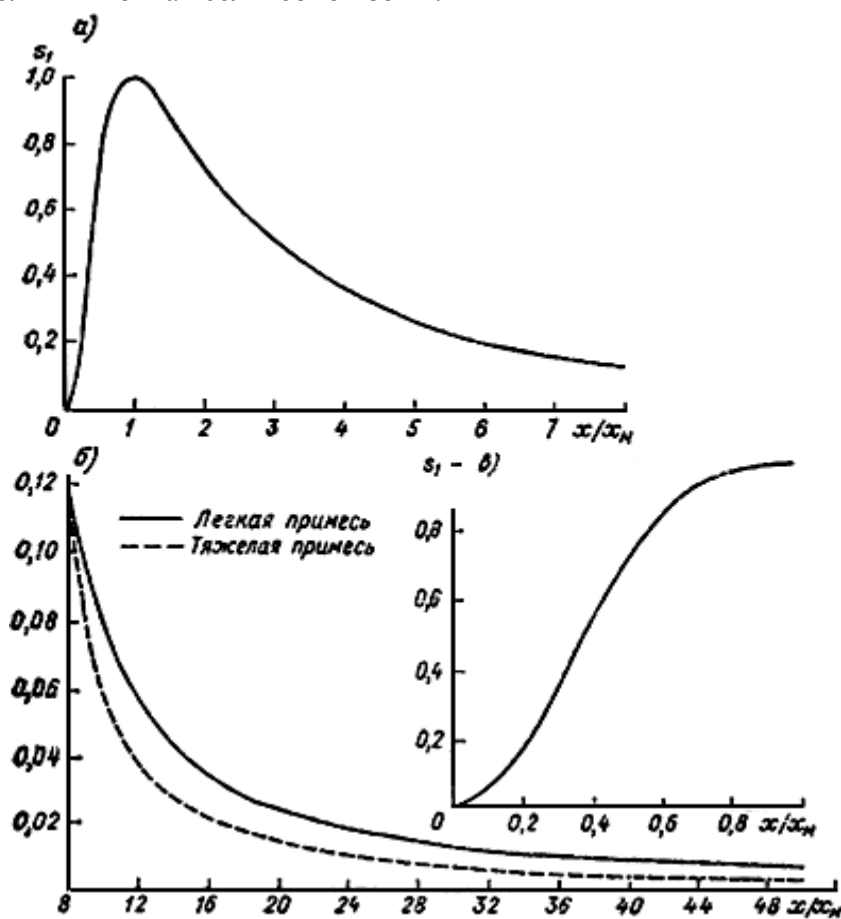


Рисунок 1.8 – Зависимость s_1 от отношения X/X_m

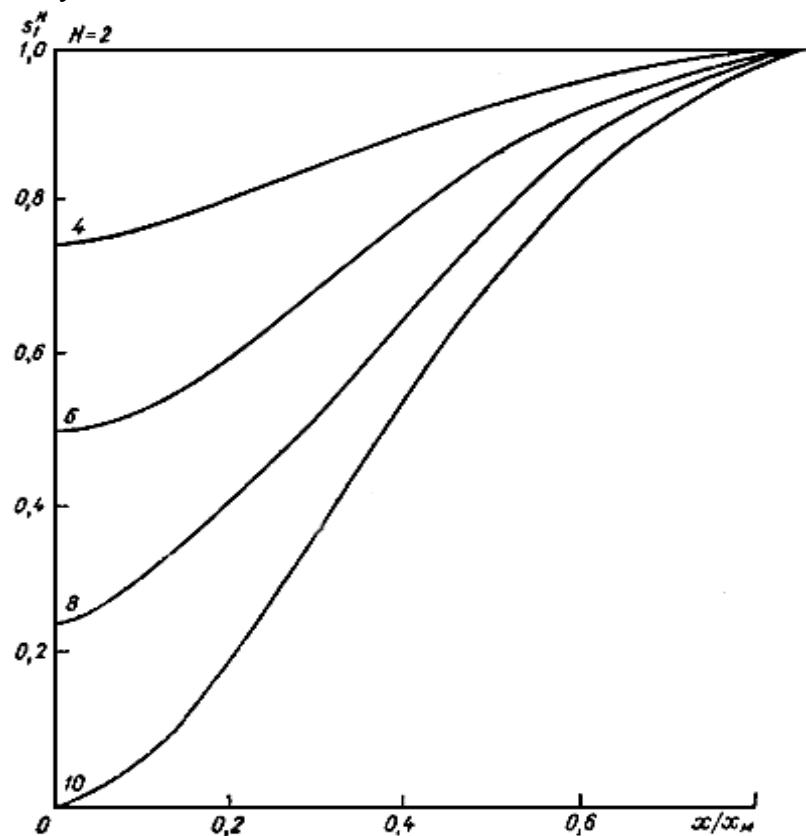


Рисунок 1.9 – Зависимость s_1^H от отношения X/X_m

**Таблица 1.6 – Результаты расчета максимальной приземной концентрации ЗВ в
контрольных точках селитебной зоны**

Загрязняющее вещество				Контрольная точка				
Ко д	Наименование	ПДК _j , мг/м ³	С _{мj} /ПДК _j	№	Х, м	X/X _м	С _{к.т.} , мг/м ³	С _{к.т.} +С _{ф.} , мг/м ³

РАСЧЕТ НОРМАТИВНО ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ ВЕЩЕСТВ, ПОСТУПАЮЩИХ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ СО СТОЧНЫМИ ВОДАМИ (ЗАДАНИЕ 2)

Технологические процессы на многих предприятиях железнодорожного транспорта (таких как: локомотивные и вагонные депо, вагоноремонтные и шпалопропиточные, щебеночные заводы, промыво-пропарочные станции и т.п.) связаны со значительным потреблением чистой воды и сбросом загрязненных сточных вод. Последние содержат различные загрязняющие вещества, отрицательно влияющие на экологическое состояние водных объектов. Поэтому, сточные воды предприятий железнодорожного транспорта перед сбросом их в водные объекты должны подвергаться такой степени очистки, чтобы не оказывать на них вредного воздействия.

Определение качественного состава, количественных характеристик загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах, а также расходной характеристики сточных вод на таком уровне, при котором качество воды принимающего их водного объекта в местах водозабора или водопользования отвечает установленным нормативным требованиям соответствующего вида водопользования, представляет собой решение задачи установления предельно допустимого сброса (НДС).

При сбросе сточных вод в черте города или любого населенного пункта требования к составу и свойствам воды водного объекта для установленной категории водопользования в местах водопользования должны относиться к самим сбрасываемым сточным водам каждого предприятия. Это дает возможность взаимной независимости расчетов НДС для отдельных предприятий различных министерств и ведомств с обеспечением того, что сброс сточных вод нескольких предприятий не вызовет нарушений действующих норм качества поверхностных вод в местах водопользования.

В случае сброса сточных вод вне черты расчет НДС для отдельных предприятий производится с учетом степени возможного разбавления сточных вод водой водного объекта и качества воды выше места сброса сточных вод, а также с учетом процессов естественного самоочищения вод от поступающих в них веществ, если процесс самоочищения ярко выражен и его закономерности достаточно изучены.

Расчет НДС производится по максимальным средним часовым расходам сточных вод (в м³/час) фактического периода сброса сточных вод. Концентрация веществ принимается в мг/л (г/м³), а НДС рассчитывается в г/час:

$$НДС = q_{cm} \cdot C_{cm}, \text{ (г/час)} \quad (2.1)$$

Существует обязательное требование сброса массы вещества, соответствующей НДС, с расходом сточной воды, так как уменьшение расхода q_{cm} при сохранении величины НДС будет приводить к концентрации вещества в сточной воде, превышающей C_{cm} , что недопустимо.

Величина параметра C_{cm} , входящего в формулу (2.1) для расчета НДС, *при сбросе* сточных вод в черте города (или любого населенного пункта), принимается по величине не более предельно допустимой концентрации, соответствующей требованиям установленным к составу и свойствам воды водных объектов в местах водопользования.

Вариант 1. Расчет нормативно допустимых сбросов веществ, поступающих в водные объекты, расположенный в черте города или населенного пункта.

Расчеты выполняются с учетом общих требований к составу и свойствам воды водных объектов, ПДК вредных веществ в воде водных объектов.

Взвешенные вещества.

Значение НДС по взвешенным веществам рассчитывается по формуле (2.2). Значение концентрации взвешенных веществ в сточных водах $C_{см}$ определяется исходя из величины концентрации взвешенных веществ в водном объекте до места сброса $C_{вод}$ по формулам:

- для хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного (для ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к кислороду) водопользования концентрация взвешенных веществ в сбросах должна соответствовать следующему выражению:

$$C_{см} < C_{вод} + 0,25 \text{ (мг/л)} \quad (2.2)$$

- для других рыбохозяйственных целей и культурно-бытового водопользования:

$$C_{см} < C_{вод} + 0,75 \text{ (мг/л)} \quad (2.3)$$

Если водный объект содержит в межень более 30 мг/л природных минеральных взвешенных веществ, то концентрация взвешенных веществ должна соответствовать следующему выражению:

$$C_{см} < 1,05 \cdot C_{вод} \text{ (мг/л)} \quad (2.4)$$

для всех видов водопользования.

Величина концентрации взвешенных веществ в водном объекте определяется путем непосредственных измерений или по публикуемым данным Госкомгидромета.

Кроме указанных требований, в сточной воде не должны присутствовать взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/сек – при спуске в водотоки 0,2 мм/сек – при спуске сточной воды в водоемы.

Минеральный состав.

Величина НДС по минеральному составу определяется по формуле (1) для хозяйственно-питьевого водопользования при концентрации минеральных веществ по сухому остатку $C_{ст}$ не более 1000 мг/л. При этом допустимая концентрация хлоридов не должна превышать 350 мг/л и сульфатов – 500 мг/л (ЛПВ – органолептический), а для рыбохозяйственных водных объектов минерализация воды нормируется согласно таксам рыбохозяйственных водных объектов.

Для культурно-бытового водопользования минеральный состав нормируется по показателю "привкусы", согласно которому вода не должна приобретать запахи интенсивностью более одного балла, обнаруживаемые непосредственно.

Полное биохимическое потребление кислорода (БПК_{полн})

Величина НДС по полному биохимическому потреблению кислорода (БПК_{полн}) также определяется по формуле (2.1).

Значение концентрации в сточной воде $C_{ст}$ по БПК_{полн}, при 20°C не должна превышать 3 мг/л при хозяйственно-питьевом и рыбохозяйственном использовании водного объекта и 6 мг/л при культурно-бытовом использовании.

Другие показатели.

Для показателей состава и свойств сточной воды, подпадающих под общие требования, таких как: плавающие примеси (вещества), окраска, запахи, привкусы, температура, реакция pH, растворенный кислород и возбудители заболеваний ПДС не определяется.

Состав и свойства сточной воды по этим показателям должны удовлетворять требованиям, изложенным в Приложении 2. При этом следует учитывать, что максимальная величина концентрации растворенного кислорода не может быть выше предельной растворимости кислорода C_M , значения которой в зависимости от температуры (см. табл. 2.1)

Таблица 2.1 – Зависимость максимальной концентрации растворенного кислорода в воде от температуры

$T, ^\circ C$	C_M	$T, ^\circ C$	C_M	$T, ^\circ C$	C_M
1	14,23	11	11,08	21	8,89
2	13,84	12	10,83	22	8,83
3	13,48	13	10,6	23	8,68
4	13,13	14	10,37	24	8,53
5	12,80	15	10,15	25	8,38
6	12,48	16	9,95	26	8,22
7	12,17	17	9,74	27	8,07
8	11,87	18	9,64	28	7,92
9	11,59	19	9,35	29	7,77
10	11,38	20	9,17	30	7,63

Расчет НДС с учетом ПДК вредных веществ также выполняется по формуле (2.1).

Если фактические или проектируемые концентрации примесей загрязняющих веществ в сточных водах таковы, что не удовлетворяются общие требования к составу и свойствам воды водных объектов, которые в рассматриваемом расчетном случае переносятся на сами сточные воды, то уменьшение концентрации загрязняющих веществ в сточных водах должно производиться с помощью любого проверенного в практике метода доочистки, а также возможного изменения технологии производств, позволяющих с наименьшими затратами и в наиболее короткие сроки достичь нужных величин концентраций контролируемых веществ, или разбавления условно чистыми сточными водами до нужной концентрации.

Вариант 2. Расчет НДС веществ, сбрасываемых со сточными водами в водный объект, расположенный вне черты населенного пункта.

В этом варианте, учитывается:

- разбавление сточных вод водой водного объекта;
- качество воды выше места сброса сточных вод;
- естественное самоочищение.

Величина $C_{см}$, входящая в формулу (1), определяется по формуле:

$$C_{см} = (\gamma Q/q) \cdot (ПДК - C_{ф}) + ПДК \quad (2.5)$$

где $C_{см}$ – предельная концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, не приводящая при их сбросе в водные объекты к превышению фактической концентрации

загрязняющего вещества в воде водного объекта в контрольном створе предельно допустимой концентрации этого загрязняющего вещества;

γ – коэффициент обеспеченности смешения для проточных (незарегулированных) водотоков (далее просто коэффициента смешения);

Q, q – соответственно расходы воды в водном объекте и сточных вод (при подстановке в формулу числовых значений **Q, q** необходимо, чтобы их размерности совпадали);

ПДК – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества с учетом категории водопользования объекта [мг/л];

C_ф – фоновая концентрация загрязняющего вещества в водном объекте в зоне расположения сброса сточных вод [мг/л].

Величина коэффициента смешения для проточных водоемов определяется по методу Фролова-Родзиллера:

$$\gamma = 1 - \beta / (1 + Q/q \cdot \beta) \quad (2.6)$$

$$\text{где } \beta = e^{-\alpha \sqrt{L}} \quad (2.7)$$

L – расстояние по фарватеру от места выпуска сточных вод до расчетного контрольного створа или створа ближайшего пункта водопользования при условии его расположения в контрольном створе;

α – коэффициент, учитывающий гидравлические условия смешения, который в свою очередь определяется по формуле:

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{E/q} \quad (2.8)$$

где ξ – коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод в водоем;

– при выпуске у берега он равен 1,

– при выпуске в стрежень реки он равен 1,5;

φ – коэффициент извилистости реки, который равен отношению расстояния по фарватеру от места выпуска сточных вод до створа ближайшего пункта водопользования (L_{ϕ}) к расстоянию до этого же пункта по прямой ($L_{\text{прям}}$), т.е.:

$$\varphi = L_{\phi} / L_{\text{прям}} \quad (2.9)$$

E – коэффициент турбулентной диффузии, который для равнинных рек определяется по формуле:

$$E = V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}} / 200, \quad (2.10)$$

где $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость течения на участке между выпуском сточных вод и створом пункта водопользования;

$H_{\text{ср}}$ – средняя глубина водоема на том же участке.

Загрязнение водоема может неблагоприятно сказаться:

- в нарушении общего санитарного режима водоема,
- в изменении органолептических свойств воды водоема,
- в санитарно-токсикологическом отношении (опасности для здоровья населения).

Соответственно, в зависимости от свойств загрязняющих веществ, определение степени необходимой очистки сточных вод ведется по каждому показателю состава и свойств воды.

По общесанитарному показателю вредности:

а) **по БПК_{полн}** с учетом биохимического процесса самоочищения вод от органических веществ сточных вод и органических веществ уже имеющихся в водоеме выше места выпуска сточных вод. Расчеты проводятся по формуле:

$$C_{ст} = \gamma \frac{Q}{q} 10^{-Ct} (C_{пр.д.} - C_{ф} 10^{-Ct}) + C_{пр.д.} / 10^{-Ct} \quad (2.11)$$

где $C_{ст}$ – концентрация органических веществ (в БПК_{полн}), которая должна быть достигнута в процессе очистки сточных вод перед сбросом в водоем [мг/л];

$C_{ф}$ – фоновая концентрация органических веществ (в БПК_{полн}) в воде водоема до места выпуска сточных вод [мг/л];

$C_{пр.д.}$ или ПДК – предельно-допустимая концентрация органических веществ (в БПК_{полн}) в створе ближайшего пункта водопользования [мг/л];

C'_1 и C''_2 – константы потребления кислорода соответственно органическими веществами сточных вод и воды водоема (при спуске бытовых сточных вод эти константы могут быть приняты одинаковыми $C'_1 = C''_2 = 0,1$);

t – время продвижения воды водоема вместе с разбавленными в ней сточными водами от места выпуска сточных вод до пункта водопользования (в сутках).

$$T = L_{ф} / V_{ср} \quad (2.12)$$

Если вычисленная величина $C_{ст}$, т.е. концентрация сточных вод, при которых выполняются санитарные требования в отношении БПК_{полн} окажется меньше, чем БПК_{полн} сточных вод, намеченных к спуску (или поступающих в водоем), то необходима очистка сточных вод до $C_{ст}$.

б) **по растворенному кислороду** – проверка производится по приближенной формуле, учитывающей наиболее быстрое потребление кислорода органическими веществами в течение первых двух суток (в расчете на БПК_{полн}):

$$C_{ст} = 2,5(\gamma Q/q) \cdot (Q_p - 0,4C_p - 4) - 10 \quad (2.13)$$

где Q_p – концентрация растворенного кислорода в речной воде до выпуска сточных вод;

0,4 доля БПК_{полн} за двухсуточный период (величина принимается постоянной);

C_p – концентрация органических веществ (в БПК_{полн}) воды водоема до места спуска сточных вод;

4 – минимальная концентрация в мг/л растворенного кислорода, которая должна быть обеспечена в водоеме.

Полученная величина стоков $C_{ст}$ сравнивается с концентрацией сточных вод объекта и делается соответствующий вывод о достаточности в них растворенного кислорода.

в) расчет по реакции рН.

Сначала определяется количество кислоты и щелочи X_k и $X_{щ}$ (мл), которое может быть нейтрализовано водой водоема при условии, что в ближайшем пункте водопользования рН остается в пределах санитарных требований (рН 6,5-8,5), или по данным анализа воды для весенне-летнего периода (по значениям рН и щелочности В) или по номограмме.

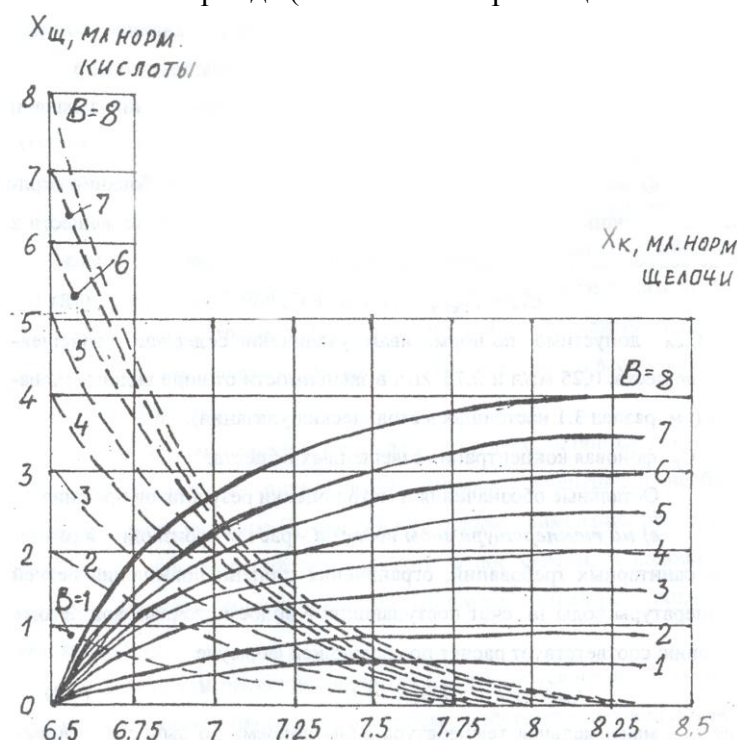


Рисунок 2.1 – Номограмма определения допустимого по ГОСТу спуска в водоем щелочных и кислых сточных вод

На номограмме рисунок 2.1 сплошные кривые относятся к X_k , а пунктирные к $X_{щ}$. Каждая из этих кривых соответствует определенному значению В – щелочности воды водоема.

Для определения X_k и $X_{щ}$, на оси абсцисс находят точку, соответствующую рН воды водоема. Из точки проводят вертикаль до пересечения с кривой линией, соответствующей щелочности воды водоема и из точки пересечения проводят горизонтальную линию на правую и левую ось ординат. По полученным данным рассчитывают значение $C_{ст}$:

$$C_{ст\ k} = (\gamma Q/q) \cdot X_k \text{ или } C_{ст\ щ} = (\gamma Q/q) \cdot X_{щ} \quad (2.14)$$

Если известно только общее суточное количество кислоты или щелочи, которое будет поступать в водоем. То определяется допустимое их количество для сброса по формулам:

$$C_o = X_k \cdot (M/B) \cdot (\gamma Q/1000) \cdot 86400 \quad (2.15)$$

$$\text{Щ}_o = X_{щ} \cdot (M/B) \cdot (\gamma Q/1000) \cdot 86400 \quad (2.16)$$

где C_o и Щ_o – количество кислоты или щелочи (кг), допустимое к спуску в водоем;

М – молекулярная масса кислоты или щелочи;

В – валентность металла;

Q – расход воды в водоеме м²/с.

По органолептическому показателю вредности:

а) по окраске и запаху – **в случаях, когда имеются анализы сточных вод с** указанием степени разбавления, при которой окраска и запах сточных вод исчезали, достаточно сравнение величины разбавления, указанной в анализе, с расчетной величиной разбавления, которое возможно у створа ближайшего пункта водопользования, чтобы решить вопрос о необходимости очистки сточных вод в отношении запаха и окраски перед их спуском в водоем.

б) по взвешенным веществам – санитарные требования ограничивают лишь степень увеличения содержания взвешенных веществ в воде водоемов. Поэтому расчетная формула принимает вид:

$$C_{cm} = (\gamma Q/q + 1) \cdot C_{доб} + C_p \quad (2.18)$$

где $C_{\text{доб}}$ – допустимое по нормативам увеличение содержания взвешенных веществ: 0,25 мг/л и 0,75 мг/л в зависимости от вида водопользования.

C_p – фоновая концентрация взвешенных веществ.

в) по температуре воды водоема – расчет производится с учетом санитарных требований, ограничения степени повышения летней температуры воды за счет поступающих в водоем сточных вод. Этому условию соответствует расчет по следующей формуле:

$$t_{\text{см}} = (\gamma Q/q + 1)t_{\text{доб}} + t_p \quad (2.19)$$

где t_p – максимальная температура воды водоема до выпуска сточных вод в летнее время;

$t_{\text{доб}}$ – допустимое по правилам повышение не более, чем на 3 °С температуры воды водоема;

$t_{\text{см}}$ – температура сточных вод, при которой будет соблюдено санитарное требование относительно температуры воды в створе первого пункта водопользования.

г) по образованию плавающих примесей – не поддается определению расчетным методом. Если возможность их не исключается, необходимо лабораторным путем или наблюдением в натуре определить разбавление, при котором они становятся незаметными или считать обязательными мероприятия по тщательной задержке плавающих примесей.

По санитарно-токсикологическому показателю вредности (т.е. возможной опасности для здоровья населения), а также по общесанитарному и органолептическому показателю вредности (окраска, запах, привкус), по которым установлены предельно допустимые концентрации (например, хлориды, сульфаты, цинк, медь и т.д.) расчет ведется по формуле (2.6).

Результаты расчетов параметра $C_{\text{см}}$ записываются в табл. 2.2 (колонка 3) для сопоставления их с показателями свойств сточных вод объекта (колонка 2 той же таблицы).

Таблица 2.2 – Сопоставление фактических и расчетных показателей сточных вод предприятия

Показатели загрязнения сточных вод	Свойства сточных вод объекта¹⁾	Расчетные показатели состава сточных вод	Рекомендации и выводы по расчету НДС
1	2	3	4
1. Общесанитарные			
а) по БПК _{ПОЛН}			
б) по растворенному кислороду			
в) по реакции рН			
г) по веществам, влияющим на общесанитарное состояние ²⁾			
2. Органолептические			
а) по окраске			
а') по запаху			
б) по взвешенным веществам			
в) по температуре			
г) по образованию плавающих примесей			
д) по веществам, влияющим на органолептические свойства ²⁾			
3. Санитарно-токсикологические ²⁾			

*** Примечания:** ¹⁾ Данные о составе и свойствах сточных вод определяются на основании лабораторных исследований, проводимых хозяйственными органами и в порядке осуществления государственного контроля лабораториями санитарно-эпидемиологических станций;²⁾ имеются в виду вещества, для которых установлены предельно допустимые концентрации по соответствующим лимитирующим показателям вредности.

Эта таблица позволяет конкретизировать характер и объем мероприятий по очистке и обезвреживанию сточных вод, условия спуска которых в водоем определяются. Если по тем или иным показателям расчетная, т.е. требующаяся, концентрация загрязнения (вредного вещества) в сточных водах (C_{cm}) оказалась меньше, чем в сточных водах объекта, это значит, что по этим показателям нужно ожидать нарушения санитарных требований к составу и свойствам воды водоема у ближайшего пункта водопользования. В то же время величина расчетной концентрации загрязнения (C_{cm}) по указанным в таблице показателям вредности показывает уровень минимально необходимой степени очистки и обезвреживания сточных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный Закон «Об охране атмосферного воздуха» М, 1999.
2. Федеральный Закон «Об охране окружающей среды». М., 2002.
3. Перечень документов по расчету выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферный воздух, действующих в 2001-2002 годах. СПб., 2001.
4. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час, или менее 20 Гкал в час. М., 1999.
5. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
6. ГН 2.1.6.1339-03 Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
7. Методические указания по выполнению и защите выпускных квалификационных работ. – М.: РГОТУПС. – 2004
8. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.
9. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М, 1991.
10. ОНД-86. Госкомгидромет. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л., Гидрометеиздат. 1987.
11. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Минздрав России. М., 2003 г.
12. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. (Дополненное и переработанное) НИИ Атмосфера. С.-Пб., 2005.
13. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: учебное пособие / Д. А. Кривошеин [и др.]. – 2-е ИЗД., стер. - М. : Высшая школа, 2008. – 344
14. Правила охраны поверхностных вод. (типовые положения) Государственный комитет по охране природы. М.:1991
15. Водный кодекс Российской Федерации
16. Зубрев Н.И. Инженерная химия на железнодорожном транспорте. Учеб. пос. М.:ИПЦ «Желдориздат», 2002.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Варианты заданий для курсовой работы

Таблица 1 – Географические и метеорологические характеристики размещения предприятий

		Варианты														
Расположение предприятия		1/16	2/17	3/18	4/19	5/20	6/21	7/22	8/23	9/24	10/25	11/26	12/27	13/28	14/29	15/30
Север	1	Парк					Автомагистраль						Сады			
Юг	2	Железнодорожные пути														
Запад	3	Промышленное предприятие					Селитебная зона						Склады			
Восток	4	Озеро					Промышленное предприятие						Селитебная зона			
Северо-Запад	5	Парк отдыха					Сады						Селитебная зона			
Юго-Запад	6	Лес					Селитебная зона						Парк			
Северо-Восток	7	Промышленное предприятие					Лес						Лес			
Юго-Восток	8	Селитебная зона					Промышленное предприятие						Пруд			
Т _в , °С		24	25	25	26	23	24	21	20	19	20	22	24	21	20	19
Город		Москва		Казань		Киров		Свердловск		Иркутск		Саратов		Санкт-Петербург		

Таблица 2 – Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Исходные данные	Номера вариантов									
	1/11/21	2/12/22	3/13/23	4/14/24	5/15/25	6/16/26	7/17/27	8/18/28	9/19/29	10/20/30
Котельная, источник 0001										
Вид топлива	бурый уголь, Челябинск	бурый уголь, Подмосквье	бурый уголь, Челябинск	бурый уголь, Подмосквье	каменный уголь, Печора	бурый уголь, Челябинск	каменный уголь, Кузнецк	бурый уголь, Подмосквье	каменный уголь, Печора	бурый уголь, Челябинск
Степень рециркуляции, %	0	15	15	0	15	0	15	0	10	15
Доля воздуха подаваемого помимо горелок, δ	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0	0,1	0,2	0,3
Расход топлива в год, тыс. т/год	3,5	3,7	3,8	4,1	3,6	4,0	3,5	3,2	3,7	3,1
Номинальная паропроизводительность котла, D _н , т/час	5	10	6	12	20	25	12	20	15	25
Производительность парового котла, D, т/час	4	8	4	10	15,0	15,0	8,0	15,0	8,0	20,0
Вид топки	с неподвижной решеткой и ручным забросом			с пневматическим забрасывателем и неподвижной решеткой						
Расход топлива за час, кг/час.	600/560/620	620/500/650	650/550/400	680/500/360	550/700/430	670/600/480	540/390/470	310/420/520	340/450/560	320/410/610

Таблица 3 – Характеристики источников загрязнения атмосферы

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Источник 0001, котельная															
Высота Н, м	15	17	18	19	20	24	25	30	15	17	18	20	25	28	30
Диаметр, D, м	0,8	0,7	1,0	0,9	0,6	0,5	0,8	0,7	1,0	0,9	0,6	0,5	0,8	0,7	1,0
Скорость, ω_0 , м/с	4	5	5	4	4,5	3,5	3	4	5	4	4,5	3,5	3,7	4,2	5,1
Температура, T _г , °C	200	180	185	190	140	150	165	155	180	170	160	185	160	150	160
Варианты	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Источник 0001, котельная															
Высота Н, м	20	24	25	30	15	17	18	20	25	28	18	20	25	18	16
Диаметр, D, м	0,6	0,5	0,8	0,7	1,0	0,9	0,6	0,5	0,8	0,7	1,0	0,5	0,8	0,7	1,1
Скорость, ω_0 , м/с	4	3,8	4,1	4	4,5	3,5	3	4,5	5	4	4,3	3,5	3,6	4,2	5,0
Температура, T _г , °C	200	180	185	190	140	150	165	155	180	170	160	185	160	150	160

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Варианты заданий для курсовой работы

Таблица 1 – Данные о предприятии и характеристика стоков, поступающих в водный объект

№ п/п	Исходные данные	Варианты							
		9/17/25	2/10/ 18/26	3/11/ 19/27	4/12/ 20/28	5/13/ 21/29	6/14/ 22/30	7/15/ 23/31	8/16/ 24/32
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Наименование предприятия,	ТЧ	ВЧ	ппс	попе	ТЧ	ВЧ	ППС	попе
2	Месторасположение выпусков	Берег	Стреж	Берег	Стреж	Берег	Стреж	Берег	Стреж
3	Количество выпусков стоков в водный объект	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Категория сточных вод	Пром стоки	Пром стоки	Пром стоки	Пром стоки	Пром стоки	Пром стоки	Пром стоки	Пром стоки
5	Фактический расход стоков (м ³ /ч)(расход сточных вод на выходе очистных сооружений) = К + значение для заданного варианта (значение К см бланк задания)	1,3/2,0/ 1,5/2,1	1,5/1,9/ 2,8/2,0	2,6/1,2 3,1/1,4	0,8/1,4/ 2,2/1,8	1,7/2,5/ 1,3/1,9	2,3/1,8/ 2,6/1,5	1,9/1,5/ 2,8/1,1	1,1/1,9/ 2,4/1,6
6	Загрязняющие вещества, содержащиеся в стоках	Концентрации загрязняющих веществ в сточных водах предприятия, мг/л:							
6.1	- взвешенные вещества	75	100	120	80	95	68	110	93
6.2	(БПК _{полн})	80	85	55	63	72	48	52	63
6.3	- минерализация, в т.ч.	800	650	850	900	920	730	840	790
6.3.1	- хлориды	100	120	85	95	105	80	115	ПО
6.3.2	- сульфаты	520	450	470	490	300	550	400	570
6.4	- нефтепродукты	20	30	12	18	25	9	24	26
6.5	- фенолы	5	2,4	1,8	2,0	2,5	3,5	3,0	4,5
6.6	СПАВ:								
6.6.1	Алкилсульфаты	5	15	2,0	10	12	8	5	2,1
6.6.2	Алкилсульфанаты	7	12	1,8	3	2,5	2,6	3,8	2,9
6.7	- Хром 3-х вал	1	1,5	0,3	0,5	0,8	0,15	0,4	0,9
6.8	- Хром 6-ти вал	0,5	0,75	0,15	0,3	0,25	0,07	0,2	0,45
6.9	- Никель	0,2	0,15	0,05	0,23	0,20	0,03	0,1	0,15
6.10	- Медь	2	3	0,05	1	1,2	0,02	0,9	0,8
6.11	- Цинк	1,2	2,0	0,8	2	1,2	0,1	0,4	0,75
6.12	- Железо (включая хлорное железо по Fe)	4	10	2	5	6	3,5	4	3,2

6.13	- Свинец	4	5	0,1	3	2	0,25	3	2,1
6.14	- Ртуть	0,02	0,001	0,0005	0,03	0,01	0,002	0,004	0,03
6.15	- Нитриты	4,0	7,0	2,5	3,0	4,5	2,7	3,2	2,2
6.16	- Нитраты	40	70	25	37	50	21	30	25
6/17	Капролактамы	12	0,45	5,7	9,3	0,075	6,2	3,3	0,09
Характеристики свойств сточных вод:									
7	- Запахи, привкусы, баллы	1	1	1	1	1	1	1	1
8	- Плавающие примеси (вещества)	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют
9	- Окраска	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.
10	- Температура, °C	50	70	35	65	80	40	45	55
11	- Коли-индекс:								
	- возбудители заболеваний	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.	не обнаруж.
12	- Показатель pH								
13	- Растворенный кислород, мг/л	6	4	7	6	5	4	6	4

Таблица 2 – Гидрологические и гидрохимические показатели водного объекта

№ п/п	Исходные данные	Варианты							
		1/9/ 17/25	2/10/ 18/26	3/11/ 19/27	4/12/ 20/28	5/13/ 21/29	6/14/ 22/30	7/15/ 23/31	8/16/ 24/32
1	Наименование водного объекта	река А	река Б	река В	река Г	река Д	река Е	река Ж	река З
1.1.	Отношение расходов воды в реке и сточных вод $K^{\wedge}Q/q$	120/150/ 180/	200/220/ 150	210/125/1 60	250/ 200/ 130	300/180/ 240	200/ 310/260	180/260/ 310	160/120 / 270
1.2	Средняя глубина воды в реке, м	2,3/3,1/ 1,5/2,0	1,8/2,9/ 3,2/1,6	3,5/1,8/ 2,7/2,6	2,2/3,8/4 2,2/2,5	4,1/3,2/ 2,9/2,5	2,4/2,7/ 3,5/ 2,0	3,1/1,9/ 2,4/1,8	2,8/2,0/ 3,4/ 2,4
1.3	Средняя скорость течения, м/с	1,5/1,8/ 2,2/1,2	1,7/2,4/ 1,5/1,6	1,9/2,3/ 2,0/2,1	1,9/3,1/3 5/1,7	2,5/3,0/ 2,8/2,2	2,1/2,8/ 3,0/ 2,5	2,5/1,7/ 2,5/2,0	2,4/1,9/ 2,2/ 2,1
2	Категория водопользования	хоз.-пит.	рыб.-хоз.	культ.- быт.	хоз.-пит.	рыб.-хоз.	культ.- быт.	хоз.-пит.	рыб.- хоз.
3	Расстояние от выпуска стоков до расчетного створа: по прямой $L_{\text{п}}$ /по фарватеру $L_{\text{ф}}$	2500/ 3000	400/550	2600/ 2800	2550/ 2900	450/520	2000/ 2300	2100/ 2400	350/480
4	Загрязняющие вещества, содержащиеся в воде водного объекта	Фоновая концентрации загрязняющих веществ в воде водного объекта, мг/л:							
4.1	- взвешенные вещества,	0,15	0,10	0,400	0,08	0,12	0,17	0,11	0,09
4.2	- (БПК _{полн}),	1,5	2,1	4,5	0,90	0,7	2,2	2,5	1,3
4.3	- минерализация, в т.ч.	80,0	65,0	85,0	90,	92,0	73,0	84,0	79,0
4.3.1	- хлориды	100,0	80	85	95	75	80	115	60
4.3.2	- сульфаты	200	45,0	350	290	80	300	400	90
4.4	- нефтепродукты,	0,05	0,03	0,08	0,06	0,025	0,09	0,05	0,022
4.5	- фенолы,	0,0005	0,0009	0,0008	0,0002	0,00025	0,0003	0,0007	0,00045

4.6	СПАВ: Алкилсульфаты, алкилсульфанаты	0,35 0,27	0,15 0,2	0,20 0,18	0,10 0,3	0,12 0,25	0,4 0,300	0,25 0,20	0,12 0,08
4.7	- Хром 3-х вал, κ=1 /6	0,01	0,015	0,03	0,045	0,035	0,015	0,04	0,022
4.8	- Хром 6-ти вал	0,007	0,0075	0,015	0,03	0,025	0,007	0,02	0,015
4.9	- Никель,	0,02	0,005	0,05	0,023	0,009	0,06	0,08	0,007
4.10	- Медь,	0,2	0,0005	0,05	0,7	0,0004	0,2	0,9	0,0008
4.11	- Цинк,	0,02	0,005	0,05	0,033	0,009	0,06	0,085	0,0072
4.12	- Железо (включая хлорное железо по Fe)	0,2	0,05	0,15	0,05	0,036	0,15	0,24	0,03
4.13	- Свинец,	0,04	0,15	0,21	0,03	0,002	0,25	0,13	0,0021
4.14	- Ртуть,	0,0002	-	0,00035	0,00015	-	0,0002	0,0004	-
4.15	- Нитриты,	2,4	0,070	1,5	2,1	0,075	2,7	3,1	0,022
4.16	- Нитраты	40	27,0	35,7	37,1	15,0	21,9	30,6	31,8
4.17	- Капролактамы	0,8	0,009	0,75	0,62	0,0073	0,90	0,45	0,0055
Характеристики свойств водного объекта:									
5	- Запахи, привкусы, баллы	1	1	1	1	1	1	1	1
6	- Плавающие примеси (вещества)	отсутств уют	отсутств уют	отсутств уют	отсутств уют	отсутств уют	отсутств уют	отсутств уют	отсутств уют
7	- Окраска	не об- наруж.	не об- наруж.	не об- наруж.	не об- наруж.	не об- наруж.	не об- наруж.	не об- наруж.	не об- наруж.
8	- Температура, °С	5	7	3	6	8	4	4	5
9	- Коли-индекс:								
	- возбудители заболеваний								
10	- Показатель рН	4	5	6	5	7	4	6	5
11	- Растворенный кислород, мг/л	8	10	9	12	8	9	11	8,5

Таблица 3 – Общие требования к составу и свойствам воды

Показатели	Виды водопользования			
	Хозяйственно-питьевые нужды населения	Коммунально-бытовые нужды населения	Нужды рыбного хозяйства	
			Высшая и 1-ая категории	2-ая категория
1	2	3	4	5
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:			
	0,25 мг/л	0,75 мг/л	0,25 мг/л	0,75 мг/л
	Для водотоков, содержащих в межень более 30 мг/л природных взвешенных веществ, допускается их увеличение 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 водотоки. Примечание: содержание в воде антропогенных взвешенных веществ (хлопья гидрооксидов металлов, образующихся при очистке сточных вод, частички асбеста, стекловолокна, базальта, капрона, лавсана и т.д.) нормируется в соответствии с п. 2.2. Правил [7] по нормативам ПДК			
Плавающие примеси (вещества)	На поверхности водоема не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жира в и скопления других примесей			
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике		Вода не должна приобретать посторонней окраски	
	20см	10см		
Запахи, привкусы	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 1 балла, обнаруживаемые:		Вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу рыбы	
	непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно		
Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3°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°С с общим повышением температуры не более чем до 20°С летом и 5°С зимой для водных объектов, где обитают холодноводные рыбы (лососевые и сиговые), и не более чем до 28°С летом и 8°С зимой в остальных случаях. В местах нерестилища налима запрещается повышать температуру воды зимой более чем до 2°С	
Водородный показатель pH	Не должен выходить за пределы 6,5-8,5			

Продолжение табл. 3

Минерализация воды	Не более 1000 мг/л, в т.ч. хлоридов - 350 мг/л, сульфатов - 500 мг/л	Нормируется по приведенному выше показателю «привкусы»	Нормируется согласно таксации рыбохозяйственных водных объектов	
Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/л в любой период года		В зимний (подледный) период должен быть не менее 6,0 мг/л	
			4,0 мг/л	
Биохимическое потребление кислорода (БПК _{полн})	3,0 мг O ₂ /л	6,0 мг O ₂ /л	В летний период (открытый) на всех водных объектах должен быть не менее 6 мг/л.	
			Не должно превышать при температуре 20°C:	
			3,0 мг O ₂ /л	3,0 мг O ₂ /л
Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость) ХПК	15 мг O/л	30 мг O/л	Если в зимний период содержание растворенного кислорода в водных объектах высшей и первой категории снижается до 6 мг/л, а в водных объектах второй категории до 4 мг/л, то можно допустить сброс в них только тех сточных вод, которые не изменят БПК воды	
			Не должна превышать:	
Химические вещества	15 мг O/л	30 мг O/л	-	-
Возбудители заболеваний	Не должны содержаться в воде водотоков и водоемов в концентрациях, превышающих нормативы, установленные в п 2.2 Правил [7]			
Лактозоположительные кишечные палочки (ЛКП), не более	Вода не должна содержать возбудителей заболеваний, в т.ч. жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших			
Колифаги (в бляшкообразующих единицах), не более	10 000 в 1 л	5000 в 1 л		
Токсичность воды	100 в 1 л	100 в 1 л		
			Сточная вода на выпуске в водный объект не должна оказывать острого токсического действия на тест-объекты	

Таблица 4 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования

№ п/п	Наименование вещества	ПДК или ОДУ	Хоз.-питьевое и культурно-бытовое водопользование		Класс опасности	Рыбохозяйственное водопользование		Класс опасности
			Лимитирующий показатель вредности	Предельно допустимая концентрация в мг/л		Лимитирующий показатель вредности	Предельно допустимая концентрация в мг/л	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Алкилсульфаты	ПДК	орг. пена	0,5	4	сан. токс.	0,2	4
2	Алкилсульфонаты	ПДК	орг. пена	0,5	4	сан. токс.	0,5	4
3	Аммиак (по азоту)	ПДК	с.-т.	2,0	3	токс.	0,05	3
4	Ацетон	ПДК	общ.	2,2	3	токс.	0,05	3
5	Бензоат калия	ПДК	орг. привк.	7,5	3			
6	Бензин	ПДК	орг. зап.	0,1	3			
7	Бензол	ПДК	с.-т.	0,5	2	токс.	0,5	4
8	Бор	ПДК	с.-т.	0,5	2	токс.	0,1	4
9	Бром	ПДК	с.-т.	0,2	2			2
10	Бромбензол					токс.	0,000 1	2
11	Вольфрам	ПДК	с.-т.	0,05	2			
12	Глицерин	ПДК	общ.	0,5	4	сан. токс.	1,0	4
13	Железо (включая хлорное железо) по Fe	ПДК	орг. цв.	0,3	2	токс.	0,1	4
14	Загуститель акриловый, водорастворимый	ПДК	общ.	1	3			
15	Капролактам	ПДК	общ.	1,0	3	токс.	0,01	3
16	Керосин технический	ПДК	орг. зап.	0,01	4			
17	Кислота бензойная	ПДК	общ.	0,6	4			
18	Кислота уксусная	ПДК	общ.	1,0	4			
19	Кислота щавелевая	ПДК	общ.	0,5	3			
20	Краситель ацетоно-растворимый синеродный	ПДК	орг. окр.	0,02	4			
21	м-Крезол	ПДК	с.-т.	0,04	2			
22	Кремний (по Si)	ПДК	с.-т.	10,0	2			
23	Ксилол	ПДК	орг. зап.	0,05	3			
24	Магния хлорат	ПДК	общ.	20,0	3	сан. токс.	40,0	4
25	Марганец	ПДК	орг.цв.	0,1	3	токс.	0,01	4
26	Медь	ПДК	орг. привк.	1,0	3	токс.	0,00 1	3
27	Мышьяк	ПДК	с.-т.	0,05	2	токс.	0,05	2
28	Натрий	ПДК	с.-т.	200,0	2	сан. токс.	120, 0	4
29	Нафталин	ПДК	орг. зап.	0,01	4	токс.	0.004	3

Продолжение табл. 4

30	Нефть многосернистая	ПДК	орг. плен	0,1	4	рыб.	0,05	3
31	Никель	ПДК	с.-т.	0,1	3	токс.	0,01	3
32	Нитраты (по N0 ₃)	ПДК	с.-т.	45	3	сан.ток с.	40,0	4
33	Нитриты (по N0 ₂)	ПДК	с.-т.	3,3	2	токс.	0,08	4
34	Ртуть	ПДК	с.-т.	0,0005	1	токс.	отсутс.	1
35	Свинец	ПДК	с.-т.	0,3	2	токс.	0,00 6	2
36	Селен	ПДК	с.-т.	0,01	2	токс.	0,00 2	2
37	Серебро	ПДК	с.-т.	0,05	2			
38	Сероуглерод	ПДК	орг. зап.	1,0	4	токс.	1,0	3
39	Скипидар	ПДК	орган.	0,2	4			
40	Сульфаты (по S0 ₄)	ПДК	ОРГ.ПРИВ К.	500	4	САН. ТОКС.	100,	4
41	Тетраэтилсвинец	ПДК	С.-Т.	ОТСУТС.	1			
42	Толуол	ПДК	ОРГ. ЗАП.	0,5	4	ОРГ.	0,5	3
43	Этиленгликоль	ПДК	С.-Т.	0,1	3			
44	Фенол	ПДК	ОРГ. ЗАП.	0,001	4	РЫБ.	0,001	3
45	Формальдегид	ПДК	С.-Т.	0,05	2	токс.	0.25	4
46	Хлор активный	ПДК	ОБЩ.	ОТСУТС.	3	токс.	ОТСУТС.	1
47	Хлориды	ПДК	ОРГАН.	350	4	САН. ТОКС.	300	4
48	Хлорбензол	ПДК	С.-Т.	0,02	3	токс.	0.00 1	3
49	Хром (Cr ³⁺)	ПДК	С.-Т.	0,5	3	токс.	0.07	3
50	Хром (Cr ⁶⁺)	ПДК	С.-Т.	0,05	3	токс.	0,02	3
51	Цинк	ПДК	ОБЩ.	1,0	3	токс.	0,01	3
52	Этилен	ПДК	ОРГ. ЗАП.	0,5	3			