

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ))**

Одобрено кафедрой
«ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Протокол № ___ от _____ 201__ г.

Автор: Т.Ф. Климова, Д.В. Климова,

В.Н. Долженко

**ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ С МЕТОДИЧЕСКИМИ
УКАЗАНИЯМИ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Источники загрязнения среды обитания»

Уровень ВО: *Бакалавриат*

Форма обучения: *Заочная*

Курс: *4*

Специальность/Направление: *20.03.01 Техносферная безопасность (ТБб)*

Специализация/Профиль/Магистерская программа: *(ББ) Безопасность жизнедеятельности в техносфере*

Москва

Рабочая программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом профессионального высшего образования в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 330100 (БЖТ).

С о с т а в и т е л и – к.т.н., доцент Т.Ф. КЛИМОВА, к.т.н., доцент Д.В. КЛИМОВА, ст.преп. В.Н.ДОЛЖЕНКО

Р е ц е н з е н т – к.т.н., проф. Н.И. ЗУБРЕВ

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Контрольная работа по дисциплине «Источники загрязнения среды обитания» содержит практические расчеты воздействий промышленных объектов на воздушную, водную среду и почву. Перед выполнением практических расчетов необходимо ознакомиться с методикой расчетов и примерами выполнения задания.

Исходные данные в задании берутся из таблиц с учетом шифра студентов (по последней и предпоследней цифрам шифра).

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Работа выполняется на листах бумаги формата А4.
2. Оформление титульного листа контрольной работы приведено в приложении.
3. На первой странице записывается задание первой задач, исходные данные расчета из таблицы и привлекаемые справочные данные.
4. Далее оформляется пояснительная записка, содержащая все расчетные формулы.
5. Каждое последующее задание должно начинаться с новой страницы.
6. Оформление заданий должно сопровождаться краткими, но исчерпывающими пояснениями, согласно приведенной методике.
7. Графики и рисунки должны быть выполнены аккуратно, используя чертежные инструменты, на миллиметровой бумаге и вклеены в контрольную работу.
8. В конце контрольной работы необходимо указать учебные пособия, учебники, использованные при ее выполнении и дату сдачи работы
9. Если контрольная работа не допущена к зачету, то все необходимые дополнения и исправления сдают вместе с не зачтенной работой. Исправления в тексте не зачтенной работы не допускаются
10. Допущенные к зачету контрольные работы с внесенными уточнениями предъявляются преподавателю на зачете. Студент должен быть готов дать во время зачета пояснения по выполнению всех заданий.

ЗАДАНИЕ 1. Оценить уровень экологического состояния атмосферного воздуха в городе с учетом эффекта суммации действия.

Указания к решению задачи

Качество атмосферного воздуха – это совокупность свойств атмосферы, определяющая степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на конструкции и окружающую среду в целом. Качество атмосферного воздуха определяется степенью соответствия атмосферных условий потребностям людей или других организмов. До определенного уровня антропогенного воздействия необходимое состояние атмосферных условий обеспечивается самой природой путем саморегуляции, самоочищения от вредных для нее веществ.

Возрастающее воздействие на окружающую среду поставило вопрос о необходимости регулирования ее качества, для чего нужны нормативы (показатели) предельно допустимых воздействий на атмосферу. Основы оценки качества воздуха – гигиеническое регламентирование концентраций загрязняющих атмосферу веществ. Основными органами, утверждающими нормативы, являются Министерство природных ресурсов и Госсанэпидемнадзор.

Основным нормативом качества воздуха является **предельно допустимая концентрация (ПДК)** – максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом времени воздействия или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного воздействия, включая отдаленные воздействия, и на окружающую среду в целом (ГОСТ 17.2.1.1.04 – 77). ПДК загрязняющего вещества измеряется в мг/м³. ПДК загрязняющего вещества в воздухе утверждается постановлением Главного государственного санитарного врача РФ по рекомендации Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Министерстве социального развития и здравоохранения России..

Под **фоновой концентрацией загрязняющего вещества C_f** понимают количество вещества, содержащегося в единице объема природной среды, подверженной антропогенному воздействию (ГОСТ 27593-88). Фоновая концентрация измеряется в мг/м³, г/м³, мг/л, мг/кг почвы. Фоновые концентрации определяются как среднегодовые (среднемесячные) для данного региона и контролируются органами Минэкологии, Госкомгидромета, СЭС.

ПДК делится на две групп: ПДК в воздухе рабочей зоны и ПДК в воздухе населенных мест. Кроме того, для воздуха устанавливают ПДК в зависимости от времени воздействия (табл. 1.1). ПДК вредных веществ, загрязняющих атмосферу, регламентирует ГОСТ 12.1.005- 88 и ГН 2.1.6. 1338 - 03 для более 1300 различных вредных веществ. В этих же нормативах представлены списки веществ, выброс которых в атмосферный воздух запрещен.

Таблица 1.1

Наименование ПДК	Обозначение ПДК, мг/м ³
Предельно допустимая концентрация загрязнителя в воздухе рабочей зоны	ПДК _{р.з.}
Предельно допустимая среднесуточная концентрация загрязнителя в воздухе населенных мест	ПДК _{с.с.}
Предельно допустимая максимальная разовая концентрация загрязнителя в воздухе населенных мест	ПДК _{м.р.}
Предельно допустимый выброс загрязнителей в атмосферу	ПДВ

ПДК_{р.з.} – концентрация вещества в воздухе, которая не вызывает у работающих людей при ежедневном вдыхании в пределах 8 часов на протяжении всего рабочего стажа заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования, непосредственно в процессе работы или в перспективе.

Рабочая зона - пространство высотой 2 м над уровнем пола, на котором постоянно или временно пребывают работающие.

ПДК_{с.с.} – концентрация в воздухе населенного пункта, которая не оказывает на человека прямого или косвенного вредного воздействия в условиях неопределенно долгого круглосуточного дыхания.

ПДК_{м.р.} – максимальная разовая концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не вызывает рефлекторных реакций в организме человека при вдыхании в течение 20 минут.

ПДВ – максимально допустимое к выбросу в атмосферный воздух количество загрязнителей данным источником в единицу времени. ПДВ рассчитывается по формуле

$$ПДВ = K_p \times ПДК_{мр} \quad (1.1),$$

где K_p – коэффициент разбавления загрязнителя м³/с

Концентрация вредных веществ в воздухе населенных мест не должна превышать максимально разовых. Среднесуточные значения ПДК используются в тех случаях, когда максимально разовые не определены. ПДК некоторых распространенных веществ приведены в табл. 1 .

Если достаточных разработок для установление ПДК нет, то устанавливается **ориентировочно-безопасный уровень ОБУВ** – временно согласованный норматив, на три года. по истечении которого он должен быть пересмотрен или заменен значением ПДК. ОБУВ утверждается постановлением Главного государственного санитарного врача РФ.

По степени воздействия на организм человека этот же ГОСТ подразделяет вредные вещества на 4 класса (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Класс опасности	Характеристика	Вредные вещества
1	Чрезвычайно опасные	Ртуть, свинец и др.
2	Высокоопасные	Серная кислота, соляная кислота и др.
3	Умеренноопасные	Табак, ксилол и др.
4	Малоопасные	Ацетон, керосин и др.

Класс опасности вредных веществ устанавливаются по определенным показателям, приведенным в таблице 1.3:

Таблица 1.3. Показатели класса опасности вещества

Показатель	Норма загрязнения			
	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
Предельно допустимая концентрация ПДК в воздухе, мг/м ³	До 0.1	01 – 1	1.1 - 10	Более 10
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	До 500	500 – 5000	5001 - 50000	Более 50000
Коэффициент возможного ингаляционного отравления	Более 300	300 - 30	29 - 3	менее 3
Зона острого отравления	Менее 6	6 - 18	18,1 - 54	Более 54
Зона хронического отравления	Более 10	10 - 5	4,9 – 2,5	Менее 2,5

Наблюдения за загрязнением атмосферы проводятся регулярно в 219 городах и населенных пунктах России на стационарных постах (621) Росгидромета. В большинстве городов измеряются концентрации от 5 до 25 веществ. В России 195 городов с населением 64,6 млн. человек, в которых средние за год концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе превышают ПДК.

Приоритетный список, в который включены города России с самым высоким уровнем загрязнения воздуха (индекс загрязнения атмосферы более 14) насчитывает 22 города с общей численностью населения 14 млн. человек

При одновременном воздействии нескольких веществ однонаправленного действия возможен синэргетический эффект, состоящий в том, что совместное действие нескольких веществ оказывается больше суммы их воздействий в отдельности (эффект суммации действия).

При одновременном содержании в воздухе нескольких веществ однонаправленного действия их безразмерная суммарная концентрация не должна превышать единицы:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1 \quad (1.2)$$

где C_i - концентрация i -го вредного вещества в атмосферном воздухе;

ПДК_{*i*} - ПДК *i*-го вредного вещества в атмосферном воздухе;

n - количество загрязняющих веществ.

В таблице 1.4 приведены некоторые сочетания загрязняющих веществ, обладающих эффектом суммации действия.

Таблица 1.4

Код	Сочетания вредных веществ с синергетическим воздействием
6004	Аммиак, сероводород, формальдегид
6007	Азота диоксид, гексан, углерода оксид, формальдегид.
6008	Азота диоксид, гексен, серы диоксид, углерода оксид
6010	Азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, фенол
6015	Ацетон, фурфурол, формальдегид, и фенол
6035	Сероводород и формальдегид
6038	Серы диоксид и фенол
6040	Серы диоксид и трехокись серы, аммиак и оксиды азота
6049	Фурфурол, метиловый и этиловый спирты
6051	Этилен, пропилен, бутилен и амилен
6055	Уксусная кислота, фенол, этилацетат

Уровень оценки экологического состояния природной среды определяется безразмерной суммарной относительной концентрацией вредных веществ, по отношению к заданным ПДК, которая рассчитывается по уравнению (1.2).

Таблица 1.5

Значения $\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i}$	Уровень экологического состояния
<1	Максимум экологической стабильности
2	Минимум экологической стабильности
>3	Среда в пределах самовосстановления
>>4	Необратимые последствия

Задача. Оцените уровень экологического состояния атмосферного воздуха:

1. Выделите по таблице 1.4 группу веществ, обладающих эффектом суммации действия;
2. Проведите расчет суммарной относительной концентрации вредных веществ: $\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i}$;
3. Сделайте вывод, какие вещества оказывают наибольшее вредное воздействие;
4. По таблице 1.5 сделайте вывод об экологическом состоянии атмосферного воздуха в городе;

ЗАДАНИЕ 2. Расчет предельно допустимых нагретых выбросов (ПДВ) вредных веществ в атмосферу, максимальной приземной концентрации C_m от одиночного стационарного источника и расстояния, на котором она наблюдается.

Указания к решению задачи

Предельно допустимый выброс ПДВ – это выбросы такого количества вредных веществ в атмосферу в единицу времени, которые не создадут на приземную концентрацию большую, чем ПДК. Величина ПДВ (г/с) вредных веществ рассчитывается по формуле:

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_{\phi})H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \Delta T} \quad (2.1)$$

где ПДК – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества, мг/м³;

C_{ϕ} - фоновая концентрация вредного вещества, мг/м³;

H - высота источника выброса, м;

V_1 - расход газовойоздушной смеси, м³/с определяется по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \omega_0, \quad (2.2)$$

где ω_0 - скорость выхода газовойоздушной смеси, м/с;

D - диаметр устья трубы, м;

$\Delta T = T_2 - T_6$ - разница температур выбрасываемого газовойоздушного потока T_2 и окружающего воздуха T_6 °С; за T_2 принимается температура выбрасываемой газовойоздушной смеси отопления, за T_6 - средняя температура окружающей среды;

A – коэффициент температурной стратификации атмосферы, учитывающий вертикальные перемещения воздуха в зависимости от степени расчлененности рельефа.

Коэффициент A изменяется от 120 до 250, в зависимости от географического района и расположения. Значения коэффициента A , принимаются равными:

$A=180$ для Европейской части России и Урала от 50 до 52° с. ш.;

$A=160$ – для европейской территории России и Урала севернее 52° с. ш. (за исключением центра ЕТР);

$A = 140$ - для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей.

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ:

$F=1$ - для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т.п.), у которых скорость упорядоченного осаждения в воздухе равна 0;

Для мелкодисперсных аэрозолей и тяжелых газов (кроме вышеуказанных):

$F = 2$ - при степени очистки не менее 90%;

$F = 2,5$ - при степени очистки 75-90%;

$F = 3$ - при степени очистки менее $< 75\%$ и при отсутствии очистки, а также для любых загрязняющих веществ в присутствии паров воды.

Значения безразмерных коэффициентов m и n , определяемых условиями выхода газовой смеси из устья источника выброса зависят от соотношения высоты источника выброса, его диаметра скорости и температуры отходящих газов.

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающем 50 м на 1 км $\eta = 1$.

Максимальная концентрация загрязняющего вещества при фиксированных выбросах из источника (M_x , г/с) рассчитывается по формуле:

$$C_{\max} = \frac{A \cdot M_x \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (2.3)$$

где M_x - масса загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с. Значения M следует относить к 20 –30-минутному периоду осреднения.

Расстояние от источника загрязнения, на котором наблюдается максимальная концентрация вредного вещества, определяется по формуле

$$l_{\max} = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H \quad (2.4),$$

где d – безразмерный аэродинамический коэффициент.

Задача. Определите

1. Часовой расход топлива
2. Максимальную концентрацию C_m основного вредного вещества (диоксида серы) в приземном слое атмосферного воздуха от дымовой трубы котельной;
3. Предельно допустимый выброс (ПДВ);
4. Расстояние от трубы до места образования максимальной приземной концентрации при неблагоприятных погодных условиях, согласно данным по таблице.

Номер варианта определяется по последней цифре шифра студента.

Предельно допустимая концентрация диоксида серы ПДК – 0,05 мг/м³. Место расположения котельной определяется проживанием студента. Рельеф местности, окружающий дымовую трубу, - спокойный (с перепадом не более 50 м на 1 км). Топливо – сернистый мазут.

Таблица 2.1. Исходные данные для расчетов

	Обознач. единица измер	Вариант									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Общая производительность котельной	$Q_{об}$, МДж/ч	3000	2500	2600	2700	2800	2900	3050	3100	3150	3200
КПД котельной	k	0,80	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,81	0,82	0,80	0,78
Диаметр устья дымовой трубы	$D.м$	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,65	0,70	0,60
Температура выброса	$T_r, ^\circ C$	150	160	180	190	190	200	210	200	190	180
Температура наружного воздуха	$T_x, ^\circ C$	20	19	18	17	21	22	20	19	18	20
Количество уходящих газов от 1 кг сжигаемого мазута	$V_z, м^3/кг$	22,4	22,2	22,0	21,8	21,6	21,4	22,4	22,2	22,0	22,2
Теплота сгорания топлива	Q_n , МДж/кг	41									
Концентрация диоксида серы в уходящих газах	$a, г/м^3$	3,0	3,2	3,4	3,6	2,8	3,8	4,2	4,6	3,9	4,5
Фоновая концентрация диоксида азота	$C_{ф.}, г/м^3$	0,03	0,04	0,05	00,6	0,03	0,04	0,05	0,06	0,05	0,07
Высота трубы	$H, м$	35	38	40	42	44	45	48	50	42	45

Порядок проведения расчетов

1. Определяем часовой расход топлива:

$$B_q = \frac{Q_{об}}{Q_n \cdot k} \text{ (кг/ч)},$$

где $Q_{об}$ - общая производительность котельной, МДж/ч;

Q_n - теплота сгорания топлива, МДж/кг,

k - коэффициент полезного действия котельной.

2. Часовой расход топлива

$$V_1 = \frac{B_q V_z}{3600} \text{ (м}^3\text{/с)},$$

где $V_z, м^3/кг$ – количество уходящих газов от 1 кг сжигаемого топлива.

3. Мощность выбросов M или масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, определяется по формуле

$$M = V_1 \cdot a \text{ (г/с)},$$

где a – концентрация диоксида серы в уходящих газах, г/м³.

4. Безразмерный коэффициент f рассчитывается по формуле:

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

5. Затем рассчитывается безразмерный коэффициент m по уравнению:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}$$

6. При скорости ветра, изменяющейся в пределах $0,5 < V_{\text{ветра}} < 2$ м/с рассчитывается величина:

$$V_m = 0,65\sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}$$

7. Безразмерный коэффициент n от расхода газов V_1 , высоты выброса H и разности температур $\Delta T = T_c - T_g$ - выбрасываемого газоздушного потока T_c и окружающего воздуха T_g °С:

$$n = 0,532 \cdot V_m^2 - 2,13 \cdot V_m + 3,13$$

8. Максимальная концентрация загрязняющего вещества (диоксида серы) при фиксированных выбросах из горячего источника рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{max}} = \frac{A \cdot M_x \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad (\text{мг/м}^3)$$

где η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающем 50 м на 1 км $\eta = 1$;

H – высота источника выбросов.

9. Проверяем выполнение условия экологической безопасности:

$$C_{\text{max}} + C_{\phi} > ПДК_{\text{MP}}$$

10. При этом следует, что предельный допустимый выброс из горячего источника равен

$$ПДВ = C_{\text{max}} \cdot \frac{\sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T \cdot H^2}}{AFmn\eta} \quad (\text{г/с})$$

11. При горячих выбросах, то есть $\Delta T \gg 5^0$ С, безразмерный аэродинамический коэффициент d определяется по формуле

$$d = 2,48 \cdot \left[1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{800 \cdot \left(1,3 \cdot \frac{\omega \cdot D}{H} \right)^3} \right] = 2,48 \left(1 + \frac{\omega D}{H} \right) \quad \text{при } V_m \leq 0,5$$

$$d = 4,95(1 + 0,28\sqrt[3]{f_e}) \quad \text{при } 0,5 \leq V_m \leq 2$$

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

12. Расстояние от источника загрязнения до места, где наблюдается максимальная приземная концентрация вредного вещества, определяется по формуле:

$$l_{\text{max}} = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H, \text{ м}$$

ЗАДАНИЕ 3. Расчет загрязняющих веществ при выбросе холодного запыленного воздуха из вентиляционной шахты с прямоугольным устьем.

Указания к решению задачи

Максимальная приземная концентрация C_m , создаваемая одиночным источником холодных выбросов определяется по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot D \cdot \eta}{8Q \cdot \sqrt[4]{H^3}}, \quad (3.1)$$

где A, F, η - коэффициенты, определяемые аналогично заданию 2;

M - масса вредного вещества выбрасываемого в единицу времени, г/с;

Q - объем воздуха, выбрасываемого из шахты, м³/с;

H - высота источника выбросов, м;

D - диаметр источника устья выброса, м; для источника с прямоугольным устьем (шахты) в качестве D берется эффективный диаметр устья, который определяется по формуле:

$$D = D_{эф} = 1,275 \sqrt{\frac{a^3 \cdot b^3}{a + b}}, \quad (3.2)$$

где a, b - поперечные размеры шахты, м;

n - безразмерный коэффициент, зависящий от скорости выбросов

Скорость выхода газовой смеси из условия опасной скорости ветра

$$v_m = \frac{1,3w_0 \cdot D}{H} \quad (3.3);$$

при $v_m \geq 2$ $n = 1$;

при $0,5 \leq v_m < 2$ $n = 0,532 \cdot v_m^2 - 2,13 \cdot v_m + 3,13$;

при $v_m < 0,5$ $n = 4,4v_m$

Расстояние от источника холодных выбросов, на котором при неблагоприятных метеоусловиях достигается максимальная концентрация определяется по формуле (2.4) из задания 2, где d - безразмерный коэффициент, определяемый по формулам:

при $v_m \geq 2$ $d = 5,7$

при $0,5 \leq v_m < 2$ $d = 11,4 \cdot v_m$

при $v_m < 0,5$ $d = 16\sqrt{v_m}$

Фактическая концентрация пыли в приземном слое воздуха с учетом фонового загрязнения равна

$$C = C_m + C_\phi. \quad (3.4)$$

Оценка уровня загрязнения воздуха в приземном слое по сравнению со среднесуточной приземной концентрацией определяется соотношением

$$C_{max} + C_\phi \leq ПДК_{MP}. \quad (3.5)$$

Предельно допустимый выброс ПДВ холодного вредного вещества в атмосферу из одиночного источника при котором концентрация его в

приземном слое не превышает предельно допустимую концентрацию, определяется по формуле

$$ПДВ = \frac{8(ПДК - C_{\phi}) \cdot \sqrt[3]{H^4}}{A \cdot F \cdot n \cdot \eta \cdot D} \quad (3.6)$$

где ПДК – максимальная разовая предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воздухе, мг/м³.

Величина максимальной допустимой концентрации загрязняющего вещества в выбросах около устья шахты равна

$$C_{mt} = \frac{ПДВ}{Q} \quad (\text{г/с}). \quad (3.7)$$

Задача. Рассчитать при выбросе холодного запыленного воздуха из вентиляционной шахты с прямоугольным отверстием

1. максимальную приземную концентрацию C_m пыли;
2. расстояние, на котором имеет место максимальная приземная концентрация пыли в воздухе;
3. оценить уровень загрязнения воздуха в приземном слое, сравнив фактическую концентрацию с ПДК пыли;
4. рассчитать предельно допустимый выброс ПДВ пыли из шахты;
5. определить максимально допустимую концентрацию пыли в выбросах около устья трубы

Данные для расчета определяются по таблице 3.1 по последней цифре шифра студента.

Пыль неорганическая относится к 3 классу опасности.

Максимальная разовая ПДК_{м.р.}=0,5 мг/м³, среднесуточная ПДК_{с.с.}=0,15 мг/м³.

Таблица 3.1. Данные для расчета задания 3

Исходные данные для расчета	Обозначения	Варианты									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фоновая концентрация пыли	C_{ϕ} , мг/м ³	0,006	0,007	0,008	0,009	0,005	0,006	0,004	0,005	0,007	0,008
Количество пыли, выбрасываемой из шахты	M , г/с	0,8	0,7	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	0,9
Объем воздуха выбрасываемого из шахты	Q , м ³ /с	7,5	8,0	7,9	7,2	7,9	7,4	7,9	8,0	8,2	7,7
Высота вытяжной шахты	H , м	40	38	37	36	35	41	43	42	35	38
Длина устья трубы	a , м	2,0	2,1	2,2	1,8	1,9	1,7	1,8	1,6	2,1	2,2
Ширина устья трубы	b , м	1,1	1,2	1,4	1,5	1,4	1,3	1,4	1,7	1,6	1,4

ЗАДАНИЕ 4. Расчет массы вредных выбросов передвижных источников на железнодорожном транспорте.

Указания к решению задачи

К передвижным источникам загрязнения атмосферы на железнодорожном транспорте относятся путевая техника и путевая техника, в том числе и тепловозы. Один тепловоз по вредным выбросам эквивалентен 10 – 15 грузовым автомобилям.

На железнодорожном транспорте используются грузовые, маневровые и пассажирские тепловозы. Вредными веществами в отработанных газах дизельных двигателей тепловозов являются оксиды углерода, серы и азота, углеводороды, альдегиды и сажа. При работе двигателя тепловоза с выхлопными газами в атмосферу поступает 97 – 98% вредных веществ и 2 – 3% - с картерными газами и при испарении топлива. Состав отработанных газов зависит от типа двигателя и режима эксплуатации (табл. 5.2).

Для удобства расчетов режимы работы тепловозных двигателей разбивают на пять групп:

1. холостой ход;
2. 25%-ное использование мощности (0,25P);
3. 50%-ное использование мощность (0.50P);
4. 75%-ное использование мощность (0.753)
5. номинальная мощность (P).

Годовая масса выбросов загрязняющих веществ – сажи С, оксида углерода СО диоксидов азота NO_2 и серы SO_2 двигателей определенного типа тепловозов рассчитывается по формуле:

$$M_j = D \cdot N_k \cdot t_c \cdot \sum_{i=1}^5 t_i \cdot m_i \quad (\text{ккг/год}) \quad (4.1)$$

где j - тип вредного вещества;

$D=365$ – число дней в году;

N_k - количество локомотивов данного типа на станции;

t_c - суммарное время работы тепловоза в сутки, ч;

i - режим работы двигателя;

t_i - распределение времени работы двигателя тепловоза в различных режимах (табл. 5.1);

m_i - значение удельных выбросов вредных веществ в отработанных газах двигателей тепловозов, кг/ч (табл. 4.2).

Суммарный годовой выброс вредных веществ двигателями тепловозов в локомотивном депо рассчитывается по формуле:

$$M = \sum_{n=1}^7 M_j ,$$

где n - число типов тепловозов.

Таблица 4.1.- Распределение времени работы t_i двигателей тепловозов в различных режимах в относительных единицах

Тип тепловоза	Режим работы двигателя				
	холостой ход	0,25Р	0,50Р	0,75Р	Максимальная мощность, Р
ТЭЗ	0,673	0,015	0,015	0,029	0,268
2ТЭ10Л(В)	0,620	0,097	0,118	0,110	0,055
2Т116	0,600	0,072	0,108	0,149	0,071
2М62	0,675	0,023	0,045	0,035	0,222
ТЭМ2, ТЭМ1 ЧМЭ2	0,456	0,398	0,129	0,012	0,005

Таблица 4.2. Значение удельных выбросов m_i загрязняющих веществ с отработанными газами дизельных двигателей тепловозов

Тип тепловоза (двигателя)	Вредное вещество	Режим работы двигателя				
		холостой ход	0,25Р	0,50Р	0,75Р	Максимальная мощность, Р
ТЭЗ (2Д100)	СО	0,44	1,94	4,46	17,20	93,90
	NO ₂	1,36	15,71	40,17	44,80	50,76
	SO ₂	0,53	1,94	2,23	3,70	6,58
	С	0,01	0,15	0,74	0,73	0,72
2ТЭ10Л(В) 10Д100	СО	0,26	5,47	5,65	34,40	73,11
	NO ₂	0,29	14,37	27,32	40,10	67,88
	SO ₂	0,08	1,62	3,01	3,15	3,15
	С	0,83	2,39	4,54	3,41	3,22
2Т116 (2Д70)	СО	0,36	1,94	3,45	19,73	41,83
	NO ₂	0,30	8,82	22,42	37,80	59,67
	SO ₂	0,16	1,15	5,48	6,01	6,57
	С	0,30	1,23	3,38	3,23	2,98
2М62 (14Д40)	СО	0,23	2,57	5,85	17,23	34,00
	NO ₂	1,41	16,20	24,98	40,50	68,63
	SO ₂	0,31	1,22	1,87	2,96	4,13
	С	-	0,14	0,23	0,64	0,90
ТЭМ2 (ПД1М)	СО	0,16	1,89	2,23	7,75	15,19
	NO ₂	0,11	4,67	15,53	27,10	41,63
	SO ₂	0,18	0,99	2,26	2,14	1,87
	С	0,01	0,09	0,28	0,33	0,38
ТЭМ1 (Д50)	СО	0,80	0,99	1,24	1,75	3,51
	NO ₂	2,00	3,98	6,98	8,00	9,36
	SO ₂	0,17	0,84	1,96	1,87	1,74
	С	0,01	0,08	0,23	0,29	0,31
ЧМЭ2	СО	0,60	0,53	2,06	4,30	6,37
	NO ₂	3,90	9,80	10,60	12,40	11,70

(310ДР)	SO_2	0,27	1,18	2,76	3,11	3,17
	С	0,01	0,10	0,31	0,31	0,36

Задача. Рассчитать годовые выбросы отработанных газов двигателями тепловозов в локомотивном депо.

Выбросы содержат сажу С, оксиды углерода СО, диоксиды азота NO_2 и серы SO_2 .

Распределение времени t_i работы двигателей те и удельные выбросы m_i загрязняющих веществ в отработанных газах, необходимые для расчетов, приведены в табл. 4.1 – 4.2.

Количество N_k , тип тепловозов в локомотивных депо, суммарное время работы t_c каждого локомотива в течение суток даны в табл. 4.3 и определяются согласно шифру студента.

Таблица 4.3. Количество N_k , и типы тепловозов в локомотивном депо, суммарное время работы t_c каждого локомотива в течение суток

Тип тепловоза		Последняя цифра шифра студента									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТЭЗ (2Д100)	N_k	2		4		5		4	3		6
	t_c	22,5		21,5		22,5		21,6	20,9		22,5
2ТЭ10Л(В) 10Д100	N_k		4	2	5		6			3	4
	t_c		22,5	20,0	21,0		20,4			22,1	21,5
2Т116 (2Д70)	N_k	3			4	3	2		5		
	t_c	21,6			22,0	21,4	22,5		20,5		
2Т116 (2Д70)	N_k		3	2			5	4		6	
	t_c		22,8	21,8			22,5	20,5		21,6	
2М62 (14Д40)	N_k	4				3		5	2		4
	t_c	20,5				21,7		22,5	20,2		20,5
ТЭМ2 (ПД1М)	N_k		4	5		3		3		3	
	t_c		22,0	21,5		20,1		20,8		22,5	
ТЭМ1 (Д50)	N_k		2		3		5		4		
	t_c		20,0		22,5		21,2		21,4		
ЧМЭ2 (310ДР)	N_k	3			5					4	8
	t_c	20,0			21,5					22,5	22,1

ЗАДАНИЕ 5. Расчет степени загрязнения улиц города автотранспортом.

Указания к решению задачи

Автомобильный транспорт загрязняет все сферы природной среды. Многие страны принимают различные меры по снижению токсичности выбросов путем лучшей очистки бензина, замены его на газовое топливо, этанол, электричество. Проектируются более экономичные двигатели с более полным сгоранием горючего, создание в городах зон с ограниченным движением автомобилей. Однако за счет роста числа автомобилей, загрязнение атмосферного воздуха не снижается.

Автотранспорт выбрасывает в атмосферу более 200 компонентов, среди которых оксид углерода, оксиды азота и серы, альдегиды, свинец, кадмий, канцерогенная группа углеводородов (бензапирен, бензатрацен). Наибольшее количество токсичных веществ выбрасывается автотранспортом на малом ходу, на перекрестках перед светофорами. Так на большой скорости карбюраторный двигатель выбрасывает в атмосферу 0,05% углеводородов от общего количества выбросов, на малом ходу – 0,98% оксида углерода, соответственно, - 5,1% и 13%. Выбросы автомобилей зависят от вида топлива (карбюраторное, дизельное, газовое, с добавками), технического состояния дорог, количество рекламы на дорогах.

Подсчитано, что среднегодовой пробег автомобиля 15 тысяч километров, при этом за год обедняет атмосферу на 4350 кг кислорода и выделяет 3250 кг углекислого газа, 530 кг оксида углерода, 93 кг углеводородов и 7 кг оксидов азота.

Коэффициент токсичности автомобилей определяется как средневзвешенный для потока автомобилей по формуле:

$$K_T = \sum_{i=1}^n P_i \cdot K_{Ti} \quad (5.2)$$

где $P_i = \frac{N_i}{N_{\text{общ}}}$ - состав автотранспорта в долях единицы; N_i - количество автомобилей данного типа; $N_{\text{общ}}$ - общее количество автомобилей.

Значения коэффициентов, входящих в формулу (5.1) для расчета концентрации оксида углерода C_{co} приведены в табл. 5.1 -5.3.

Загрязнение атмосферного воздуха отработанными газами удобно оценивать по концентрации оксида углерода, в мг/м³.

Концентрация оксида углерода оценивается по формуле

$$C_{co} = (0,5 + 0,01N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_C \cdot K_Y \cdot K_B \cdot K_H \quad (5.1)$$

где 0,5 – фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м³;

N - суммарная интенсивность автомобилей на городской дороге, авт/час;

K_T – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферу оксида углерода;

K_A – коэффициент, учитывающий аэрацию местности;

K_C – коэффициент, учитывающий изменение концентрации оксида углерода в зависимости от скорости ветра;

K_Y – коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферы оксидом азота в зависимости от величины продольного уклона;

K_B – коэффициент, учитывающий зависимость от влажности воздуха;

K_H – коэффициент увеличения загрязнения воздуха оксидом углерода у пересечений.

Таблица 5.1

Тип автомобиля	Коэффициент K_T	Тип местности по степени аэрации		Коэффициент K_A
		1	Транспортные тоннели	2,7
Легкий грузовой	2,3	2	Транспортные галереи	1,5
Средний грузовой	2,9	3	Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	1,0
Тяжелый грузовой	9,2	4	Жилые улицы и дороги с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	0,6
Автобус	3,7	5	Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки, высокие насыпи	0,4
Легковой	1,0	6	Пешеходные тоннели	0,3

Таблица 5.2

Относительная влажность воздуха	Коэффициент K_B	Скорость ветра, м/с	Коэффициент K_C	Продольный уклон, градус	Коэффициент K_Y
100	1,45	1	2,70	0	1,0
90	1,30	2	2,00	2	1,06
80	1,15	3	1,50	4	1,07
70	1,00	4	1,20	6	1,18
60	0,85	5	1,05	8	1,55
50	0,75	6	1,00	10	1,86

Таблица 5.3

Регулируемое пересечение			Нерегулируемое пересечение		
№	Тип пересечения	Коэффициент K_H	№	Тип пересечения	Коэффициент K_H
1	со светофорами обычное	1,8	4	со снижением скорости	1,9
2	со светофорами управляемое	2,1	5	кольцевое	2,2
3	саморегулируемое	2,0	6	с обязательной остановкой	3,0

Задача.

1) Рассчитайте концентрацию оксида углерода C_{CO} , mg/m^3 в атмосферном воздухе;

2) Сравнив расчетные значения концентрации с предельно допустимой концентрацией оксида углерода $ПДК_{CO} = 5 mg/m^3$, оцените уровень загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта.

Данные, необходимые для расчета, приведены в табл. 5.4, номер варианта определяется по последней цифре шифра студента.

Таблица 5.4. Данные для расчета концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе

номер варианта	тип местности	Влажн. воздуха, %	Скорость ветра м/с	Уклон, градус	Тип пере сечения	Интен сивн. движе ния, авт/час	Состав автотранспорта				
							легкий грузовой	средний грузовой	тяжелый грузовой	автобус	легковой
0	1	100	1	0	1	200	20	30	30	20	100
1	2	90	2	2	2	250	30	40	40	30	110
2	3	80	3	4	3	300	40	50	50	40	120
3	4	70	4	6	4	350	50	60	60	50	130
4	5	60	5	8	5	400	60	70	70	60	140
5	6	50	6	10	6	450	70	80	80	70	150
6	1	100	2	2	1	500	80	90	90	80	160
7	2	90	3	4	2	550	90	100	100	90	170
8	4	80	4	6	3	600	100	110	110	100	180
9	4	70	5	8	4	650	110	120	120	110	190

ЗАДАНИЕ 6 Расчет загрязнения поверхностных водоемов сточными водами.

Указания к решению задачи

Все сточные воды подразделяются на четыре категории:

1. хозяйственно-бытовые (от жилых домов, бань, прачечных, предприятий питания и т. п.)
2. производственные загрязненные;
3. производственные условно чистые (участвовавшие в производстве, но незагрязнившиеся);
4. атмосферные (ливневые, талые и от поливки улиц).

Загрязнения в производственных сточных водах подразделяются на три группы:

1. преимущественно минеральные примеси (предприятия машиностроительной, металлургической, угледобывающей промышленности, строительных изделий и материалов);
2. преимущественно органические примеси (предприятия пищевой, мясо-молочной, целлюлозно-бумажной, микробиологической промышленности);
3. минеральные и органические примеси (предприятия нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, текстильной, фармацевтической промышленности).

В хозяйственно-бытовых сточных водах содержатся преимущественно органические загрязнения; они опасны возможным присутствием источников инфекции.

Загрязнения в сточных водах могут находиться в виде механических примесей, суспензий, коллоидов и растворов.

Анализ сточных вод, который проводится регулярно, позволяет установить

- содержание растворенного кислорода;
- ХПК – химическую потребность в кислороде (величину, определяющую общую концентрацию органических веществ);
- БПК – биологическую потребность в кислороде (величина, определяющая концентрацию органических соединений, окисляемую биологическим путем);
- концентрацию взвешенных веществ;
- активную реакцию среды – рН;
- интенсивность окраски;
- степень концентрации биогенных элементов (азота, фосфора, калия и др.).

При спуске сточных вод в водоем качество воды в нем ухудшается. Однако концентрация загрязняющих веществ в нем не остается постоянной, она изменяется вследствие разбавления, а также под воздействием биологических и физико-химических процессов. Необходимость учета различных загрязняющих компонентов природной среды предусматривает установление нормативов предельно-допустимых сбросов (ПДС) в поверхностные водоемы.

Под предельно – допустимым сбросом (ПДС) понимается масса вещества в сточных водах. максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норма качества воды в контрольном пункте.

Расчеты качества воды необходимо проводить при проектировании новых выпусков сточных вод или очистных сооружений, водоприемников. Величина ПДС позволяет ограничить разовый выброс вредных веществ предприятия. Она определяется расчетным методом и утверждается органами Санэпидемнадзора.

Все загрязняющие вещества при сбросе сточных вод подразделяются на две группы:

- консервативные, которые подвергаются лишь разбавлению (соли тяжелых металлов и другие примеси);
- неконсервативные, присутствующие в растворенном состоянии, в форме коллоидов и в виде взвесей; неконсервативные вещества кроме разбавления подвергаются химическим, физико–химическим и биологическим процессам.

Совокупность всех процессов, снижающих концентрацию и изменяющих характер загрязняющих водоемы веществ, называют процессом самоочищения водоемов.

Расчет ПДС для отдельного выпуска в водоток.

Наибольшее распространение при расчете ПДС получил метод Фролова – Родзиллера для водотоков. Для расчета ПДС сточных вод предварительно необходимо определить коэффициент смешения сточных и речных вод γ и кратность разбавления n .

Согласно формуле В.А. Фролова - И.Д. Родзиллера **коэффициент смешения стоков** с водой реки определяется по формуле:

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200} \quad \gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}. \quad (6.1)$$

где $e = 2,7$ - основание натурального логарифма;

α - коэффициент, учитывающий влияние гидрологических факторов смешения сточных вод:

$$\alpha = \xi \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}} \quad (6.2)$$

ξ - коэффициент, зависящий от вида выпуска:

$\xi = 1,0$ - при береговом сосредоточенном выпуске,

$\xi = 1,5$ - при русловом сосредоточенном выпуске;

φ - коэффициент извилистости русла, он равен отношению длины русла по форватеру (середине реки) к длине по прямой, соединяющей точки выпуска и контрольного створа (при прямом русле $\varphi=1$);

E - коэффициент турбулентной диффузии, рассчитывается по формуле

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200} \quad (6.3)$$

V_{cp} - средняя скорость течения реки на всем участке смещения, м/с;
 H_{cp} - средняя глубина реки на этом участке, м;
 L - расстояние от места выпуска сточных вод до расчетного створа, м;
 Q - расход воды в створе реки у места выпуска, м³/с;
 q - расход сточных вод, м³/с.

Краткость разбавления стоков в расчетном створе составляет:

$$n = \frac{\gamma Q + q}{q}. \quad (6.4)$$

Величина ПДС определяется для всех категорий водопользования как произведение расхода сточных вод q' , м³/ч на допустимую концентрацию загрязняющего вещества $C_{ПДС}$, г/м³ в сбрасываемых стоках:

$$ПДС = q' C_{ПДС}. \quad (6.5)$$

При расчете условий сброса сточных вод сначала определяется значение $C_{ПДС}$, обеспечивающее нормативное качество воды в контрольном (расчетном) створе.

Величина $C_{ПДС}$ определяется по разным формулам для консервативных, взвешенных веществ и неконсервативных преимущественно органических веществ, в том числе по биохимической потребности в кислороде (БПК_{полн}).

Для определения $C_{ПДС}$ **консервативных веществ** составляем уравнение материального баланса:

$$\gamma Q C_{\phi}^i + q ППД_i = (\gamma Q + q) C_{см}^i. \quad (6.6)$$

Учитывая, что

$$\frac{C_{см}^i}{ПДК_{и}^i} = 1, \quad n = \frac{\gamma Q + q}{q}, \quad (6.7)$$

где $C_{см}^i$ - концентрация i -вещества в контрольном створе;

$C_{ПДК}^i$ - предельно-допустимая концентрация i -вещества.

Уравнение (7.6) преобразуется к следующему виду:

$$C_{ПДС} = n(C_{ПДК} - C_{\phi}) + C_{\phi}. \quad (6.8)$$

Уравнение (7.8) является **основной формулой для расчета $C_{ПДС}$ консервативных веществ**.

Величина $C_{ПДС}$ для взвешенных веществ согласно “Правилам охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами” определяется исходя из условия, что содержание взвешенных веществ по сравнению с природным C_{ϕ} не должно увеличиваться более, чем на $\Delta C = 0,25$ мг/л, при условии, что

$$\frac{C_{см}}{ПДК} = 1 \text{ или } C_{см} = ПДК,$$

то есть

$$C_{ПДС} = n(ПДК - C_{\phi}) + C_{\phi} = n \cdot \Delta C + C_{\phi}. \quad (6.9)$$

Биохимическая потребность в кислороде ($BPK_{полн}$, мг/л или г/м³) - показатель, характеризующий степень загрязненности сточных вод органическими веществами; она количеством кислорода, потребляемого на биохимическое окисление органических веществ в процессе жизнедеятельности аэробных бактерий.

При установлении $C_{ПДС}$ по $BPK_{полн}$ расчетная формула имеет вид:

$$C_{ПДС} = n[(ПДК - C_{см})e^{kt} - C_{ф}] + C_{ф}, \quad (6.10)$$

где $C_{см} = BPK_{полн}$ - концентрация, обусловленная органическими веществами, смываемыми в водоток атмосферными осадками с площади водосбора на последнем участке пути перед контрольным створом длиной 0,5 суточного пробега.

Величина $C_{см} = BPK_{полн}$ принимается:

- для горных рек $C_{см} = [0,6 - 0,8]$ г/м³;
- для равнинных рек, протекающих по территории, почва которой содержит небольшое количество органики, $C_{см} = [1,7 - 2,0]$ г/м³;
- для рек болотного питания или протекающих по территории, с которой смывается повышенное количество органических веществ, $C_{см} = [2,3 - 2,5]$ г/м³;
- на расстояниях меньших 0,5 суточного пробега $C_{см} = 0$.

k – усредненное значение коэффициента неконсервативности органических веществ, обуславливающих $BPK_{полн}$ фона и сточных вод, 1/сут;

$k = 0,0651$ /сут.

Для расчета по формуле (6.10), определяющей величину $C_{ПДС}$, время t , выраженное в секундах, переводится в сутки; коэффициент перевода составляет 1/86400. Время добегания t (с) от места выпуска сточных вод до расчетного створа определяется по формуле

$$t = \frac{L}{V_0}. \quad (6.11)$$

При установлении $C_{ПДС}$ с учетом неконсервативности загрязняющего вещества расчетная формула имеет вид:

$$C_{ПДС} = n(ПДК \cdot e^{kt} - C_{ф}) + C_{ф} \quad (6.12),$$

Полученные значения $C_{ПДС}$ для каждого типа загрязняющего вещества подставляются в вышеприведенную формулу ($ПДС = q' C_{ПДС}$), откуда и определяется величина ПДС.

Необходимая степень **очистки** \mathcal{E} для очистных сооружений находится по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{пост} - C_{ПДС}}{C_{пост}} \cdot 100\%, \quad (6.13)$$

где $C_{пост}$ - концентрация вещества, поступающая на очистные сооружения;

$C_{ПДС}$ - концентрация вещества в спускаемых в водоем очищенных сточных водах, обеспечивающая нормативное качество воды в контрольном створе.

Задача. Сброс сточных вод осуществляется в реку, среднемесячный расход, которой при 95% обеспеченности составляет по данным гидрометеорологической службы - Q . Средняя скорость течения на участке от выпуска до расчетного створа равна $V_{ср}$. Средняя глубина реки $H_{ср}$.

Участок прямой, извилистость выражена слабо (рис 8.1). Выпуск сточных вод осуществляется с расходом q . Выпуск береговой или русловой (по варианту). Расстояние от места выпуска до расчетного створа по форватеру $L_{ф}$.

Река используется в качестве источника централизованного водоснабжения и содержит фоновые концентрации взвешенных частиц:

- 1) $C_{ф}^{взв}$, 2) БПК $_{ф}$, 3) железа $C_{ф}^{Fe}$, 4) хлоридов $C_{ф}^{Cl}$, 5) сульфатов $C_{ф}^{SO_2}$

Концентрация взвешенных частиц в сточных водах, поступающих на очистную станцию равна C . Содержание органических веществ равно БПК $_{полн}$.

Определить по методу Фролова - Родзиллера:

1. Коэффициент смешения сточных вод с водой в реке γ и кратность разбавления n стоков в расчетном створе
2. ПДС веществ (железа, хлоридов, взвешенных частиц и органических веществ), поступающих в водный объект со сточными водами.
3. Необходимую степень очистки Ξ проектируемых очистных сооружений:
 - 1) по взвешенным веществам;
 - 2) по БПК.

Все данные необходимые для расчетов приведены в табл. 6.1 – 6.2.



Рис. 7.1

ПДС поступающих в водный объект со сточными водами загрязняющих веществ и необходимая степень очистки по взвешенным веществам и БРК представлены в табл. 6.1. Значения ПДК для загрязняющих веществ приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.1. Исходные данные

Перечень данных	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Расход воды в реке, $Q, м^3/с$	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
Расход сточных вод, $q, м^3/с$	0,5	0,54	0,6	0,62	0,64	0,66	0,7	0,75	0,8	0,85
Скорость потока воды в реке, $V_{ср} м/с$	0,5	0,52	0,54	0,56	0,58	0,64	0,62	0,64	0,66	0,68
Глубина реки при min	1,2	1,25	1,30	1,32	1,34	1,36	1,38	1,40	1,42	1,44

расходе, Н _{ср} , м										
Расстояние от выпуска до расчетного створа, L, км	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
Вид выпуска	береговой					Русловой				
Предпоследняя цифра шифра										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество кислорода, растворенного в воде, С _ф , мг/л	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8
Количество загрязнений в воде водоема по БПК ₅ , С _ф , мг/л	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Количество взвешенных веществ в воде водоема, С _ф , мг/л	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Фоновые концентрации загрязн. веществ в воде водоема, С _ф , мг/л:										
хлориды Cl ⁻	300	150	200	300	150	200	300	150	200	300
Железо Fe ⁺	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
Концентрация взвешенных веществ в сточных водах, поступающих на очистную станцию, мг/л	200	250	240	300	200	250	240	300	250	300
Концентрация загрязнений в сточных водах, поступающ. на очистную станцию по БПК ₅ , мг/л	250	300	280	350	250	300	300	350	300	350

Таблица 6. 2. Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в воде и водных объектах.

Наименование	ПДК, г/м ³	
	водоемы коммунально-бытового, хозяйственного значения	водоемы рыбохозяйственного значения
Взвешенные вещества	+0,75 +0,25 к фону	+0,25 к фону
БПК _{пол}	6/3	3
Хлориды	350	300
Железо	0,3	0,1

Порядок выполнения расчетов

1. Определение коэффициента смешения сточных вод с водой реки и кратности разбавления стоков в расчетном створе:

1.1 Коэффициент турбулентной диффузии

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200}$$

1.2 Коэффициент, учитывающий влияние гидрологических факторов:

$$\alpha = \xi \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}}$$

1.3 Величина

1.4 Коэффициент смешения стоков с водами реки

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}$$

1.5 Коэффициент разбавления стоков

$$n = \frac{\gamma Q + q}{q} \quad (6.4)$$

2. Определение ПДС веществ, поступающих в водный объект со сточными водами.

2.1 Концентрация железа и хлоридов

$$C_{ПДС} = n(C_{ПДК} - C_{\phi}) + C_{\phi}$$

2.2 Концентрация взвешенных частиц

$$C_{ПДС} = n(ПДК - C_{\phi}) + C_{\phi} = n \cdot \Delta C + C_{\phi}$$

2.3 Время добегания от места выпуска сточных вод до расчетного створа равно:

$$t = \frac{L}{V_0}, \text{ сутки}$$

2.4 Концентрация органических веществ по БПК

$$C_{ПДС} = n[(ПДК - C_{см})e^{kt} - C_{\phi}] + C_{\phi}$$

2.5 Предельно допустимый сброс железа, хлоридов, взвешенных частиц и органических веществ:

$$ПДС = q' C_{ПДС}$$

3. Необходимая степень очистки по БПК и взвешенным частицам составляет:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{пост} - C_{ПДС}}{C_{пост}} \cdot 100\%$$

Литература:

1. ОНД- 86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1987
2. А.И. Еремкин, И.М.Квашнин, Ю.И.Юнкеров Нормирование выбросов, загрязняющих веществ в атмосферу – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010
3. М.В. Буторина, П.В. Воробьев, А.П. Дмитриева и др. Инженерная экология и экологический менеджмент – М.: Логос, 2001
4. В.Ф. Панин, А.И. Сечин, В.Д. Федосова Экология для инженера. – М.: Издательский дом «Ноосфера», 2000

