

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»**
Высшая школа технологии и энергетики
**Кафедра охраны окружающей среды и рационального использования
природных ресурсов**

МАССОПЕРЕНОС В ВОЗДУШНОЙ И ВОДНОЙ СРЕДАХ

Выполнение контрольной работы

Методические указания для студентов заочной формы обучения
по направлению подготовки

20.04.01 — Техносферная безопасность

Составители:
И. В. Антонов
А. В. Епифанов

Санкт-Петербург
2025

Утверждено
на заседании кафедры ООСиРИПР
07.02.2025 г., протокол № 7

Рецензент Ю. Л. Морева

Методические указания соответствуют программе и учебному плану дисциплины «Массоперенос в воздушной и водной средах» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность». В методических указаниях представлен порядок выполнения и оформления контрольной работы. Приведены последовательность выполнения заданий, методика расчета, задания и справочные данные для выполнения контрольной работы.

Методические указания предназначены для магистрантов заочной формы обучения, но могут быть использованы в качестве дополнительной литературы при выполнении практических заданий магистрантами очной формы обучения.

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД в качестве методических указаний.

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 25.03.2025 г. Рег.№ 5020/25

Высшая школа технологии и энергетики СПб ГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Требования к содержанию и оформлению контрольной работы.....	5
2. Рекомендации по выполнению теоретической части контрольной работы ..	10
3. Рекомендации по выполнению расчетной части контрольной работы.....	11
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	15
ПРИЛОЖЕНИЯ	16
Приложение 1	16
Приложение 2	17
Приложение 3	18

ВВЕДЕНИЕ

Контрольная работа является одним из видов учебной работы студента заочной формы обучения.

Контрольная работа по дисциплине «Массоперенос в воздушной и водной средах» выполняется студентами направления 20.04.01 «Техносферная безопасность», обучающимися по профилю «Защита окружающей среды территориально-производственных комплексов». Целью выполнения работы является закрепление полученных знаний и навыков и подтверждение готовности студента к самостоятельному решению профессиональных задач в соответствующей области. К промежуточной аттестации по дисциплине «Массоперенос в воздушной и водной средах» допускаются только студенты, верно выполнившие контрольную и практические работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Контрольная работа считается верно выполненной только при наличии на ее титульном листе пометки «зачтено» с подписью преподавателя и датой выполнения проверки.

В рамках написания контрольной работы студент решает следующие задачи:

- написание ответов на теоретические вопросы;
- расчет задачи.

1. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа состоит из двух частей: теоретической и расчетной.

Теоретическая часть выполняется строго в печатном виде. Расчетная выполняется в рукописном виде в отдельной тетради в клетку или в печатном виде. При рукописном оформлении необходимо заполнять тетрадь разборчивым почерком через одну клетку и оставлять на каждой странице не менее 8 клеток по краю страницы для замечаний преподавателя.

Печатный текст набирается на персональном компьютере с помощью текстового редактора. Печатная часть контрольной работы должна быть отпечатана на принтере на листах формата А4 и скреплена при помощи скоросшивателя. Если обе части контрольной работы выполнены в печатном виде, они сшиваются в один том со сквозной нумерацией страниц. Если расчеты выполнены в тетради, тетрадь помещается в мультифору (прозрачная папка-файл) и подшивается за последним листом теоретической части.

Параметры страницы: правое поле – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое (для сшивания работы) – 30 мм.

Параметры текста:

- шрифт – Times New Roman;
- цвет шрифта – черный;
- кегль (размер шрифта) – 14 пт;
- интервал (между буквами) – обычный;
- смещение – нет (кроме химических и математических формул и единиц измерения);
- межстрочный интервал – 1,5 строки;
- интервалы перед/после абзаца – 0 пт;
- абзац (отступ первой строки – «красная» строка) – 1,25;
- табуляция (если используется) – 1,25.

Страницы контрольной работы нумеруются арабскими цифрами в нижнем правом углу с использованием сквозной нумерации по всему тексту. Титульный лист не нумеруется.

Контрольная работа выполняется строго в соответствии с вариантом. *Студент выбирает номер варианта в соответствии с последней цифрой номера его зачетной книжки (шифра). Если последняя цифра номера «0», выбирается вариант 10.*

Контрольная работа регистрируется и передается для проверки в институт заочного и вечернего обучения (ИЗВО) до начала сессии. По согласованию с преподавателем допускается предварительная дистанционная проверка путем отправки контрольной работы в электронном виде через электронные образовательные платформы или почтовые сервисы. После проверки контрольной работы преподаватель выставляет оценку «зачтено» или «не зачтено» с указанием замечаний. Контрольная работа, не соответствующая настоящим требованиям (например, с неправильно заполненным титульным листом, написанная неразборчивым почерком, выполненная не полностью или

по неверно выбранному варианту и т.п.), возвращается студенту без проверки с пометкой «не зачтено» и указанием причин возврата на титульном листе. При получении незаченной работы студент повторно выполняет работу с учетом замечаний и отдает ее на проверку вместе с первоначальным вариантом.

Контрольная работа включает следующие основные элементы:

Титульный лист.

Содержание.

1. Теоретическая часть.

2. Расчетная часть.

Титульный лист при печатном оформлении контрольной работы оформляется по образцу, приведенному в Приложении 1. При рукописном оформлении расчетов на обложку тетради наклеивается титульный лист по форме, приведенной в Приложении 2.

При заполнении титульного листа учитываются действующие нормативные положения. На титульном листе указывается название дисциплины, действующее наименование органа исполнительной власти РФ, осуществляющего функции по нормативно-правовому регулированию в сфере высшего образования в соответствии с федеральным или региональным законодательством. Названия ВУЗа и его структурных подразделений должны соответствовать сведениям, приведенным в Уставе.

В *содержании* перечисляют все разделы и подразделы контрольной работы, следующие после содержания, с указанием номеров страниц, на которых они начинаются.

Например:

1. Теоретическая часть.....	3
2. Расчетная часть.....	9
2.1. Исходные данные	9
2.2. Расчет задания	10
Библиографический список	11

Перечень вопросов, ответы на которые студент должен изложить в *теоретической части*, и порядок их изучения приведены в разделе 2 настоящих методических указаний.

Рекомендуемый объем теоретической части – 2-3 страницы.

Для иллюстрирования ответа студент может помещать в текст графический (цифровой) материал. Цифровой материал оформляется в виде таблиц или иллюстраций, которые имеют по тексту отдельную сквозную нумерацию, выполненную арабскими цифрами. Материалы, в зависимости от их размера, помещаются сразу под текстом, в котором впервые дается ссылка на них, на следующей странице или в приложениях к контрольной работе. Допускается цветное оформление материалов. При ссылках на графический материал следует писать: «... отражено на рис. 1», «(рис. 1)», «в таблице 1 представлен...», «табл. 2», «...карта приведена в Приложении 1» и т. п.

Номер таблицы указывается над таблицей, затем через тире печатается название таблицы без точки в конце с выравниванием по правому краю.

Нумерация сквозная. Ниже по центру сама таблица. Строку заголовков («шапку») в таблице рекомендуется выделять полужирным шрифтом. Стиль оформления таблиц на протяжении всей работы должен быть единым.

Пример оформления таблицы приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты неконсервативности (скорости разложений) веществ при температуре 20 °С для основания натуральных логарифмов

Вещество (показатель)	Значение коэффициента, 1/сут.		
	По С. Н. Черкинскому	по «Справочнику проектировщика канализации населенных мест и промышленных предприятий»	по данным ВНИИВО
1. БПК ₂₀	0,23	-	-
2. Азот аммонийный	-	0,069	0,069 – 0,207
3. Азот нитритов	-	10,8	0,190 – 10,8
4. Азот нитратов	-	-	0,112 – 0,46
5. Растворенный кислород	0,46	0,35 – 1,8	0,27 – 0,46
6. Нефтепродукты	-	0,043	-
7. Фенол	-	0,320	-
8. СПАВ	-	0,045	-

Весь остальной иллюстративный материал (графики, схемы, диаграммы, фотографии, карты и т.п.) обозначаются в работе как рисунки.

Выравнивание рисунка – по центру листа. Рисунки нумеруются и подписываются снизу под изображением по центру в формате: «Рис. 1. Название рисунка» (без кавычек и точки в конце). Если в схеме есть обозначения элементов цифрами или буквами, то после названия схемы ставится двоеточие и приводится расшифровка условных обозначений с новой строки также по центру.

Пример оформления рисунка приведен на рисунке 1.

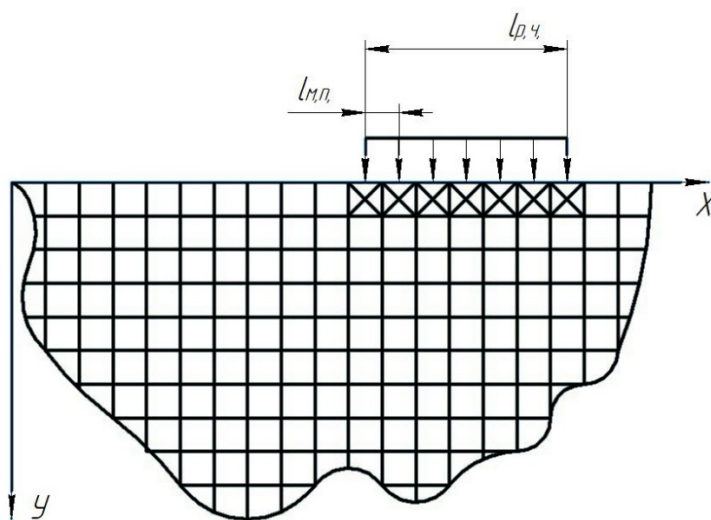


Рис. 1. Береговой распределенный выпуск:

X – координата начальной точки выпуска, км; $l_{p,ч}$ – длина распределенной части выпуска, м; $l_{м,п}$ – расстояние между патрубками

Библиографический список является неотъемлемой частью контрольной работы. В нем приводится перечень изученных и использованных источников информации (методические указания, статьи, книги, отчеты, нормативные документы, видео и аудиофайлы и т.п.). Список источников позволяет судить о степени изученности проблемы и наличии у обучающегося навыков самостоятельной работы с информацией. Список источников должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.100-2018 или заменяющим его стандартом.

Ссылка на источник информации оформляется в квадратных скобках в тексте работы. Если в ссылке источников несколько, то они отделяются запятой, при использовании нескольких источников, следующих в списке подряд, можно использовать знак диапазона. Например, [2], [4, 15], [15–17]. Ссылки на источники ставятся в конце предложения. Точка ставится после ссылки на источник информации (исключение – ссылка после названия таблицы).

Список источников располагается после выводов. В качестве заглавия подраздела используется – «Список источников» или «Библиографический список». Оформляется заголовок также, как и названия основных частей работы – с новой страницы, сверху по центру прописными буквами.

Библиографическое описание содержит сведения об использованном документе, приведенные по правилам, прописанным в ГОСТ Р 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Список источников содержит сведения обо всех литературных, электронных и нормативных источниках, используемых при написании работы. Не включаются в список неопубликованные материалы – конспекты лекций, отчеты, справки, планы работ, презентации и т.п.

Описания источников информации включаются в список в порядке использования информации из них в тексте работы. Список имеет сквозную нумерацию, несмотря на представленные в нем (блоки) группы источников одного вида.

При использовании в качестве источников информации нормативных документов обязательное требование – актуальность. Все федеральные законы, постановления, приказы, нормативные акты должны быть оформлены с указанием последних принятых редакций этих документов.

Следует обратить особое внимание на источники, в которых нормативные документы были опубликованы. Источники опубликования должны быть официальными или иметь высокую степень надежности. Правовые базы данных (БД) «КонсультантПлюс», «Гарант» не признаны официальными источниками опубликования документов, но имеют очень высокую степень актуальности. Источники пополнения этих БД являются официальными (федеральные и региональные СМИ, официальный интернет-портал правовой информации, сайты государственных органов). Не рекомендуется использовать интернет-ресурсы, размещающие правовую информацию, актуальность и достоверность которой невозможно проверить.

Исходные данные являются обязательным подразделом *расчетной части* контрольной работы и переносятся в работу из приложения 3.

Расчет задания выполняется в соответствии с методикой, приведенной в разделе 2 настоящих методических указаний.

Математические действия в решении задач должны сопровождаться пояснениями, выявляющими логику решения. Формулы при решении задач нужно сопровождать расшифровкой величин. В конце каждой задачи должен быть приведен окончательный ответ с указанием единицы измерения.

В контрольной работе используются только общепринятые сокращения и аббревиатуры. Первое упоминание аббревиатуры или сокращения в тексте приводят в круглых скобках после полностью написанного наименования. В дальнейшем указанная аббревиатура употребляется без расшифровки. Сокращение должно оканчиваться на согласную и иметь точку (и т. д. – и так далее; и др. – и другие; г. – год; гг. – годы).

Исключение составляют единицы измерений, которые приводятся в тексте в общепринятой сокращенной форме без точки в конце (мкг; с; МДж/м³; кВт/(м²·год); г/с и др.).

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Перечень теоретических вопросов

Теоретическая часть включает изучение следующих вопросов:

1. Описание факторов, которые могут влиять на перенос загрязняющих веществ в выбросах.
2. Расчет нормативов НДВ. Основные положения методики.
3. Типизация источников загрязнения окружающей среды (форма, режим работы, подвижные и неподвижные источники).
4. Расчет рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. Учет влияния застройки.
5. Факторы, влияющие на движение воздушных масс в атмосфере.
6. Расчет выбросов по программе УПРЗ «Эколог». Исходные данные, таблицы, результаты, основы расчета.
7. Расчет нормативов допустимого сброса в реки. Основные положения. Особенности расчета.
8. Основные дифференциальные уравнения массопереноса загрязняющих веществ в водоемах.
9. Уравнение турбулентной диффузии переноса загрязняющих веществ.
10. Расчет коэффициентов поперечной турбулентной диффузии.
11. Основные зависимости ветровых течений в водоемах.
12. Расчет кратности основного и начального разбавления в морях, реках и озерах.
13. Начальные и граничные условия при решении задач переноса загрязняющих веществ в водных объектах.
14. Прямая и обратная задачи прогноза качества воды при расчете нормативов допустимых сбросов.
15. Решение двумерного уравнения конвективно-диффузионного переноса и превращения веществ методом конечных разностей.

По каждому вопросу проводится письменный анализ основных положений темы. Разбор вопроса происходит по литературе, приведенной в библиографическом списке, и дополнительно рассматриваются проверенные источники. В завершение анализа студент должен самостоятельно сделать и зафиксировать в письменном виде выводы по изученному материалу.

Номер вопроса соответствует варианту контрольной работы и определяется в порядке, описанном в разделе 1 настоящих методических указаний.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Сброс сточных вод предприятия осуществляется через водовыпуск в реку без названия.

В таблице 2 представлены исходные данные по выпуску сточных вод и водотоку без названия.

Таблица 2 – Основные характеристики реки без названия и выпуска сточных вод

Характеристики	Значения
Скорость течения реки V_p , м/с	1,67
Скорость истечения сточных вод $V_{ст}$, м/с	0,3
Диаметр оголовка d , м	1,2
Количество оголовков N	1
Расход поверхностных сточных вод $Q_{ст}$, м ³ /год	2870,148
Тип выпуска №0	Береговой сосредоточенный
Расход поверхностных СВ $Q_{ст}(q)$, м ³ /с	0,091
Расход поверхностных СВ $Q_{ст}(q)$, м ³ /час	327,64
Расстояние от берега до первого патрубка выпуска, м	30
Расстояние от места выпуска до контрольного створа, м	50
Средняя глубина на рассматриваемом участке H , м	0,33
Расчетный расход воды Q_p , м ³ /с	1,38
Средняя ширина участка реки B , м	2,5
Коэффициент извилистости φ	1,6
Коэффициент шероховатости ложа $n_{ш}$	0,067
Средний уклон водной поверхности	0,037

В таблице 3 представлены фактические концентрации загрязняющих веществ, сбрасываемых в реку без названия.

Таблица 3 – Фактические концентрации загрязняющих веществ

Наименование веществ	Фактическая концентрация ($C_{факт}$), мг/дм ³	ПДК, мг/дм ³
БПК _{полн}	2,90	3,0

Расчет начального разбавления сточных вод

В соответствии с приказом №1118 [3] при истечении сточных вод со скоростью менее 2 м/с (в нашем случае $V_{ст}=0,3$ м/с) расчет начального разбавления не производится.

Расчет основного разбавления сточных вод

Основное разбавление рассчитывают для периодов летней и зимней межени:

Расчет кратности основного разбавления для периода летней межени:

1.1. Рассчитываем коэффициент y :

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n_{ш}} - 0,1), \quad (1)$$

где $n_{ш}$ – коэффициент шероховатости ложа реки, определяемый по справочным данным, равен 0,067;

R – гидравлический радиус потока, равный средней глубине реки на рассматриваемом участке, м.

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{0,067} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{0,33} \cdot (\sqrt{0,067} - 0,1) = 0,449.$$

1.2. Коэффициент C , измеряемый в $м^{0,5}/сек$, при $H \leq 5$ м.:

$$C = \frac{R^y}{n_{ш}}, \text{ м}^{0,5}/\text{с}; \quad (2)$$

$$C = \frac{0,33^{0,449}}{0,067} = 9,076, \text{ м}^{0,5}/\text{с}.$$

1.3. Коэффициент турбулентности диффузии, $м^2/с$, для летнего времени:

$$D = \frac{g \cdot \vartheta \cdot H}{37 \cdot n_{ш} \cdot C^2}, \text{ м}^2/\text{с}, \quad (3)$$

где g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²;

ϑ – средняя скорость течения реки, м/с;

H – средняя глубина реки, м.

$$D = \frac{9,81 \cdot 1,67 \cdot 0,33}{37 \cdot 0,067 \cdot 9,076^2} = 0,0265 \text{ м}^2/\text{с}.$$

1.4. Расчет коэффициента α , учитывающего гидравлические условия в реке:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}}, \quad (4)$$

где φ – коэффициент извилистости реки, равный для р. Спартак 1,6;

ξ – коэффициент, зависящий от места выпуска, так как выпуск береговой, то равен 1;

q – расход сточных вод в $м^3/с$, равный по исходным данным 0,091.

$$\alpha = 1,6 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0265}{0,091}} = 1,0602.$$

1.1. Рассчитываем коэффициент смешения:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{l}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-\alpha \sqrt[3]{l}}}, \quad (5)$$

где l – расстояние от выпуска до расчетного створа по фарватеру, м.

$$\gamma = \frac{1 - e^{-1,0602 \sqrt[3]{500}}}{1 + \frac{1,38}{0,091} \cdot e^{-1,0602 \sqrt[3]{500}}} = 0,9964.$$

1.2. Рассчитываем кратность основного разбавления для летнего периода:

$$n_{0л} = \frac{q + \gamma \cdot Q_p}{q}, \quad (6)$$

где Q_p – расчетный расход водотока, м³/с;

$$n_{0л} = \frac{0,091 + 0,9964 \cdot 1,38}{0,091} = 16,11$$

2. Рассчитываем основное разбавление для зимнего периода;

2.1. Расчет значения гидравлического радиуса:

$$R_{пр} = 0,5 \cdot H, \quad (7)$$

где H – средняя глубина на рассматриваемом участке, равная 0,33 м.

$$R_{пр} = 0,5 \cdot 0,33 = 0,165 \text{ м.}$$

2.2. Расчет коэффициента шероховатости русла реки:

$$n_{пр} = n_{ш} \cdot \left[1 + \left(\frac{n_{л}}{n_{ш}} \right)^{1,5} \right]^{0,67}, \quad (8)$$

где $n_{л}$ – коэффициент шероховатости нижней поверхности льда, равный 0,04.

$$n_{пр} = 0,067 \cdot \left[1 + \left(\frac{0,04}{0,067} \right)^{1,5} \right]^{0,67} = 0,0864.$$

2.1. Расчет коэффициента $y_{пр}$:

$$y_{пр} = 2,5 \cdot \sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R_{пр}} \cdot (\sqrt{n_{пр}} - 0,1); \quad (9)$$

$$y_{пр} = 2,5 \cdot \sqrt{0,067} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{0,165} \cdot (\sqrt{0,0864} - 0,1) = 0,458.$$

2.2. Расчет коэффициента C :

$$C = \frac{R_{пр}^{y_{пр}}}{n_{пр}}; \quad (10)$$

$$C = \frac{0,165^{0,458}}{0,0864} = 5,0715.$$

2.3. Коэффициент турбулентности диффузии для зимнего периода:

$$D = \frac{g \cdot R_{пр} \cdot \vartheta}{37 \cdot n_{пр} \cdot C_{пр}^2}, \text{ м}^2/\text{с}; \quad (11)$$

$$D = \frac{9,81 \cdot 0,165 \cdot 1,67}{37 \cdot 0,0864 \cdot 5,0715^2} = 0,0329 \text{ м}^2/\text{с}.$$

2.1. Расчет коэффициента α , учитывающего гидравлические условия в реке:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}}; \quad (12)$$

$$\alpha = 1,6 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0329}{0,091}} = 1,1396.$$

2.2. Коэффициент смешения:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{l}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-\alpha \sqrt[3]{l}}}; \quad (13)$$

$$\gamma = \frac{1 - e^{-1,1396 \sqrt[3]{500}}}{1 + \frac{1,38}{0,091} \cdot e^{-1,1396 \sqrt[3]{500}}} = 0,9981.$$

Кратность основного разбавления по зимнему периоду:

$$n_{03} = \frac{q + \gamma \cdot Q_p}{q}; \quad (14)$$

$$n_{03} = \frac{0,091 + 0,9981 \cdot 1,38}{0,091} = 16,135.$$

3. Выбираем наименьшее значение основного разбавления из рассчитанных ранее периодов:

$$n_{0л} = 16,11; \quad n_{03} = 16,135;$$

$$n_{0л} < n_{03}.$$

Учитывая то, что начальное разбавление не рассчитывается, общее разбавление будет эквивалентно основному разбавлению по летнему периоду.

4. По основной формуле для расчета $C_{\text{НДС}}$ без учета не консервативности вещества рассчитываем для каждого загрязняющего вещества:

$$C_{\text{НДС}} = n \cdot (C_{\text{ПДК}} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}}, \text{ г/м}^3, \quad (15)$$

где $C_{\text{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества (ПДК) в водотоке, мг/дм³;

$C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке, взятая из таблицы 1, мг/дм³;

n – кратность общего разбавления, определенная ранее по летнему периоду.

$$C_{\text{НДС БПКполн}} = 16,11 \cdot (3 - 0,97) + 0,97 = 33,674 \text{ мг/дм}^3.$$

5. Рассчитываем норматив допустимого сброса для каждого загрязняющего вещества:

$$\text{НДС} = q \cdot C_{\text{НДС}}, \text{ г/ч} \quad (16)$$

где q – максимальный часовой расход сточных вод, м³/ч.

$$\text{НДС}_{\text{БПКполн}} = 327,64 \cdot 33,674 = 11033,19 \text{ г/ч}.$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ (последняя редакция) «Об охране окружающей среды» // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 03.02.2025). – Текст: электронный.
2. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/ (дата обращения: 03.02.2025). – Текст: электронный.
3. Приказ Минприроды России от 29.12.2020 N 1118 (ред. от 08.05.2024) "Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61973) // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373522/?ysclid=mbpееоekrq319458947 (дата обращения: 03.02.2025). – Текст: электронный.
4. Лапшев, Н. Н. Расчеты выпусков сточных вод / Н. Н. Лапшев. – М.: Стройиздат, 1977. – 87 с. – Текст: непосредственный.
5. Бесценная, М. А. Усовершенствование экспресс-метода расчета разбавления сточных вод в реках / М. А. Бесценная // Труды ГГИ. – 1972. – Вып. 191. – С. 201–208. – Текст: непосредственный.
6. Качество воды рек и внутренних водоемов : сборник статей ; под ред. проф. Х. А. Вельнера. – М.: [б. и.], 1972. – 100 с. – Текст: непосредственный.
7. Караушев, А. В. Методические основы оценки антропогенного влияния на качество поверхностных вод / А. В. Караушев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – 288 с. – Текст: непосредственный.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Институт заочного и вечернего обучения
Кафедра охраны окружающей среды и рационального использования
природных ресурсов

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине «Массоперенос в воздушной и водной средах»

Направление: «Техносферная безопасность»

Выполнил студент учебной группы № ...

шифр

Иванов И. И.

(фамилия, имя, отчество)

Проверил ... каф. ООС и РИПР,
Петров П. П.

(должность, фамилия, имя, отчество)

Санкт-Петербург

20__

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

ИНСТИТУТ ЗАОЧНОГО И ВЕЧЕРНЕГО ОБУЧЕНИЯ

Направление _____ Шифр _____ Группа _____

КОНТРОЛЬНАЯ (КУРСОВАЯ) РАБОТА № _____

по _____

Студента _____ курса _____
_____ фамилия, имя, отчество

Дата и номер регистрации работы _____

Исходные данные для расчета

На действующем предприятии имеется водовыпуск в реку. Водовыпуск расположен в начале участка на левом берегу. Исходные данные по вариантам приведены в таблице.

Необходимо:

Определить $C_{ндс}$, НДС.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Расстояние от места выпуска до контрольного створа, м	500	100	50	200	50	50	50	100	200	150
Средняя ширина участка реки В, м	4,5	10	9	8,5	7,6	12	11	22	23	45
Средняя глубина на рассматриваемом участке Н, м	2,4	2,4	2,4	2,4	2	2,4	2,4	2,1	2,4	2,4
Скорость течения, м/с	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,2	0,23	0,23
Вещество	Взв. в-ва	н/п	н/п	н/п	н/п	БПКполн	БПКполн	БПКполн	АСПАВ	АСПАВ
Сфон	2,7	0,03	0,03	0,035	0,03	2,1	2,6	2,1	0,03	0,07
ПДК	2,95	0,05	0,05	0,05	0,05	3	3	3	0,1	0,1
Расход поверхностных СВ $Q_{ст}$ (q), м³/с	0,093	0,093	0,01	0,088	0,093	0,093	0,093	0,23	0,1	0,091
Сфакт, мг/л	17,8	1,3	1,2	1,1	0,9	15,2	25,2	14,1	3,21	1,92
Коэффициент извилистости ф	1,5	2,6	3,1	3,7	1,2	1,3	1,6	1,8	2,7	2,2
Диаметр оголовка d, м	0,8	0,5	1	0,7	0,9	0,5	0,5	1,2	0,8	0,6
Скорость истечения сточных вод V ст, м/с	0,3	0,2	0,1	0,25	0,4	0,23	0,15	0,18	0,12	0,13
Количество оголовков N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Расстояние от берега до первого патрубка выпуска, м	10	30	25	20	10	15	25	30	15	10
Коэффициент шероховатости ложа $n_{ш}$	0,067	0,062	0,035	0,07	0,06	0,071	0,065	0,066	0,06	0,65
Средний уклон водной поверхности	0,037	0,038	0,03	0,035	0,036	0,036	0,03	0,04	0,041	0,036
Расчетный расход воды Q_p , м³/с	2,7	5,52	4,968	4,692	3,496	6,624	6,072	9,24	12,696	24,84
Расход поверхностных СВ $Q_{ст}$ (q), м³/час	334,8	334,8	36	316,8	334,8	334,8	334,8	828	360	327,6
Расход поверхностных сточных вод $Q_{ст}$, м³/год	64282	64282	6912	60826	64282	64282	64282	158976	69120	62899