

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный архитектурно-строительный университет»

ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Методические указания к практическим работам по дисциплине
« Промышленная экология ч. 2»

Составитель О.А. Бычков

Томск 2014

Основные расчеты загрязнений водных объектов: методические указания к практическим работам по дисциплине «Промышленная экология ч.2» / Сост. О.А. Бычков. – Томск: Изд-во Том.гос.архит.-строит.ун-та, 2014. – 27с.

Рецензент к.г.-м.н. А.А. Краевский
Редактор к.г.-м.н. Н.А. Чернышова

Предназначены для студентов направления подготовки бакалавра 280700 «Техносферная безопасность» по профилю «Инженерная защита окружающей среды» всех форм обучения.

Рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры инженерной геологии и геоэкологии. Протокол № 7 от 06.02.2014 г.

Срок действия

с 01.09.14
до 01.09.19

Оригинал-макет подготовлен составителем О.А. Бычковым

Подписано в печать 27.03.14

Формат 90x90/16. Бумага офсет. Гарнитура Таймс.

Уч.-изд.л. 1,4 Тираж 20 экз. Заказ №

Изд-во ТГАСУ, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.

Отпечатано с оригинал-макета в ООП ТГАСУ.

634003, г. Томск, ул. Партизанская, 15.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существенно увеличилось воздействие хозяйственной деятельности на окружающую природную среду. Проблема чистой воды занимает одно из важнейших мест, поскольку поверхностные воды являются наиболее чувствительным звеном природной среды. Особенно заметный ущерб наносится окружающей среде при сбросе сточных вод, получаемых после использования воды в производственной деятельности, в близлежащие водные объекты. Это пагубно влияет на гидрологический режим водоемов, ведет к гибели рыб и других представителей флоры и фауны водных экосистем, что в конечном итоге сказывается и на здоровье человека. Одним из направлений в области охраны гидросферы является строгое соблюдение норм качества воды и тщательный контроль состояния водных объектов с целью предупреждения возникновения неблагоприятных экологических ситуаций.

Следует отметить, что существующее на сегодняшний день большое количество различных подходов к расчетам загрязнения водных объектов, не позволяет гарантировать достижение норм качества воды даже для небольших участков водного объекта, поскольку расчеты ПДК, ПДС, ВСС и других показателей для предприятий, сбрасывающих сточные воды, ведутся изолированно различными ведомствами. Поэтому актуальной является разработка универсальных методик расчета. В настоящих указаниях приводятся основные методики расчетов загрязнений водных объектов, наиболее часто встречающиеся в экологической практике.

В процессе выполнения практических работ формируются следующие, предусмотренные Федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС-3), компетенции:

ОК-7 Культура безопасности и риск-ориентированное мышление, при котором вопросы безопасности и сохранения

окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности

ОК-12 Способность к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления ее возможностей и ресурсов. Способность к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций.

ПК-19 Способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности.

ПК-20 Способность принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные.

ПК-21 Способность решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива

1. Основные термины и определения

В практике работ в области использования и охраны гидросферы (водных объектов) используются следующие термины и определения:

АССИМИЛИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ВОДНОГО ОБЪЕКТА - способность водного объекта принимать определенную массу веществ в единицу времени без нарушения норм качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования. ГОСТ 17.1.1.01-77.

ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ - использование водных объектов для удовлетворения любых нужд населения и народного хозяйства. ГОСТ 17.1.1.01-77.

ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЬ - гражданин или юридическое лицо, которым предоставлены права пользования водными объектами. Водный кодекс Российской Федерации.

ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО - вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы и оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Федеральный закон от 10.01.2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды"

ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД - источник, вносящий в поверхностные или подземные воды загрязняющие воду вещества, микроорганизмы или тепло. ГОСТ 17. 1.1.01-77.

КАЧЕСТВО ВОДЫ - характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования. ГОСТ 17.1.1.01-77.

КОНТРОЛЬНЫЙ СТВОР - поперечное сечение водного потока, в котором контролируется качество воды.

НОРМЫ КАЧЕСТВА ВОДЫ - установленные значения показателей качества воды для конкретных видов водопользования. ГОСТ 27065-86.

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ (ПДК) - концентрация вещества в воде, выше которой вода непригодна для одного или нескольких видов водопользования. ГОСТ 27065-86.

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ СБРОС - масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. ГОСТ 17.1.1.01-77.

САМООЧИЩЕНИЕ ВОДЫ - совокупность природных процессов, направленных на восстановление экологического благополучия водных объектов. ГОСТ 27065 -86.

СТОЧНЫЕ ВОДЫ - вода, сбрасываемая в установленном порядке в водные объекты после ее использования или поступившая с загрязненной территории. Водный кодекс Российской Федерации.

ФОНОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ – значение показателей качества воды водоема или водотока до влияния на него источника загрязнения ГОСТ 17.1.3.07-82.

ФОНОВЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЕСТЕСТВЕННЫЕ – концентрации веществ в воде водного объекта в створе, выше которого водный объект не испытывает антропогенного воздействия.

ФОНОВЫЙ СТВОР - поперечное сечение потока, в котором определяется фоновая концентрация вещества в воде.

2.Условия сброса сточных вод в водоемы

Работа промышленных предприятий связана с потреблением воды. Вода используется в технологических и вспомогательных процессах или является составной частью выпускаемой продукции. При этом образуются сточные воды, которые подлежат сбросу в близлежащие водные объекты.

Сброс сточных вод в водоем недопустим, если:

- $C_{\phi} \geq \text{ПДК}$;

- запрещается сброс сточных вод в границах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, рыбоохранных зон, рыбохозяйственных заповедных зон;

- сточные воды можно сбрасывать в водные объекты при условии соблюдения гигиенических требований применительно к воде водного объекта в зависимости от вида водопользования.

Представим ситуацию, когда промышленное предприятие сбрасывает сточные воды после технологического процесса (рис. 1)

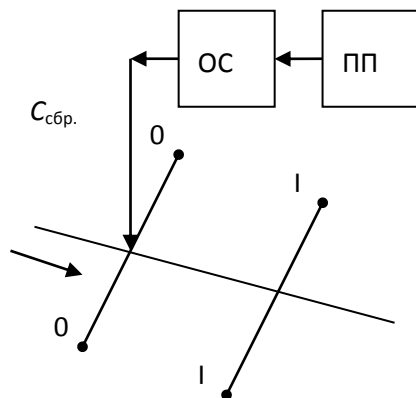


Рис. 1. Ситуационная схема для расчета условий сброса сточных вод: 0–0 – нулевой створ; I–I – расчетный створ; ПП – промышленное предприятие; ОС – очистное сооружение

Для водоемов питьевых, хозяйственно-бытовых целей нормативы качества вод или их природный состав и свойства выдерживаются на водотоках, начиная со створа, расположенного выше ближайшего по течению пункта водопользования на 1 км (водозабор для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, места купания, организованного отдыха и населенного пункта).

Для водоемов рыбохозяйственного назначения нормативы качества поверхностных вод или их природный состав и свойства соблюдаются на протяжении всего участка водопользования, начиная с контрольного створа, но не далее 500 м. от места сброса сточных вод или расположения других источников загрязнения поверхностных вод. В случае одновременного использования водного объекта или его участка для различных нужд для состава и свойств его вод принимаются наиболее жесткие нормы качества воды из числа установленных

3. Виды водопользования

Согласно СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», выделяются следующие виды и категории водопользования:

1. **Хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое водопользование:**

I категория водопользования – водные объекты, используемые в качестве источников хозяйственно-питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

II категория водопользования – водные объекты, используемые для купания, занятия спортом и отдыха населения.

2. **Рыбохозяйственное водопользование:**

К водным объектам рыбохозяйственного значения относятся водные объекты, которые используются или могут быть использованы для добычи (вылова) водных биоресурсов. (ГОСТ 17.1.2.04-77 «Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов»)

Высшая категория – места расположения нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных видов рыб и других промысловых водных организмов;

I категория – водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода;

II категория – водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

При сбросе сточных вод в водные объекты нормы качества воды водного объекта в расчетном створе, расположенном ниже выпуска сточных вод, должны

соответствовать санитарным требованиям в зависимости от вида водопользования.

Нормы качества воды водных объектов включают:

- общие требования к составу и свойствам воды водных объектов в зависимости от вида водопользования;
- перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) нормированных веществ в воде водных объектов для различных видов водопользования.

В расчетном створе вода должна удовлетворять нормативным требованиям. В качестве норматива используется предельно допустимая концентрация – ПДК.

Все вредные вещества, для которых определены ПДК, подразделены по лимитирующим показателям вредности (ЛПВ), под которым понимают наибольшее отрицательное влияние, оказываемое данными веществами. Принадлежность веществ к одному и тому же ЛПВ предполагает суммацию действия этих веществ на водный объект.

Для водных объектов *хозяйственно-питьевого и культурно-бытового* водопользования используют три вида ЛПВ: **санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический.**

Для *рыбохозяйственных* водоемов: **санитарно-токсикологический, общесанитарный, органолептический, токсикологический и рыбохозяйственный.**

Вещества, концентрация которых изменяется в воде водного объекта только путем разбавления, называются *консервативными*; вещества, концентрация которых изменяется как под действием разбавления, так и вследствие протекания различных химических, физико-химических и биологических процессов – *неконсервативными*.

4. Определение кратности разбавления сточных вод в расчетном створе

Основной механизм снижения концентрации загрязняющего вещества при сбросе сточных вод в водные объекты – разбавление.

Разбавление сточных вод – это процесс снижения концентрации загрязняющих веществ в водоемах, вызванный перемешиванием сточных вод с водной средой, в которую они выпускаются. Интенсивность процесса разбавления количественно характеризуется **кратностью разбавления**.

Расчет кратности разбавления основан на методе В.А. Фролова – И.Д. Родзиллера, который позволяет получить достоверное представление о потенциально возможном разбавлении сточных вод в стационарных, максимально неблагоприятных условиях, что и определяет целесообразность его использования для расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах.

Кратность разбавления n , определяется по формуле:

$$n = \frac{\gamma \cdot Q + q_{cm}}{q_{cm}};$$

где: q_{cm} – максимальный расход сточных вод, м³/с; Q – расчетный минимальный расход воды водотока в контрольном створе, м³/с.; γ – коэффициент смешения, показывающий, какая часть воды реки участвует в разбавлении сточных вод, определяется по формуле:

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

где: Q – среднемесячный расход воды водотока 95%-й обеспеченности, м³/с; q_{cm} – максимальный расход сточных вод, подлежащих сбросу в водоток, м³/с; L_{ϕ} – расстояние по

фарватеру водотока от места выпуска до контрольного створа (*фарватер* – наиболее глубокая полоса данного водного пространства), m ; α – коэффициент, зависящий от гидравлических условий потока:

$$\alpha = \xi \varphi \sqrt[3]{\frac{D_c}{q_{cm}}};$$

где: ξ – коэффициент, зависящий от расположения выпуска сточных вод в водоток: при выпуске в фарватер $\xi = 1,5$; φ – коэффициент извилистости водотока, т. е. отношение расстояния между рассматриваемыми створами водотока по фарватеру к расстоянию по прямой; D_c – коэффициент турбулентной диффузии.

Для равнинных рек и упрощенных расчетов коэффициент турбулентной диффузии находят по формуле М.В. Потапова:

$$D_c = \frac{v_{cp} \cdot H_{cp}}{200};$$

где: v_{cp} – средняя скорость течения водотока на интересующем нас участке между нулевым и расчетным створами, м/с; H_{cp} – средняя глубина на этом участке, м.

Концентрацию загрязняющих веществ после перемешивания на контрольном створе определяют по формуле:

$$C = (C_{cm} - C_{\phi}) + C_{\phi} / n;$$

где: C_{ϕ} – концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до сброса сточных вод, мг/л; C_{cm} – концентрацию взвешенных веществ в сточной воде, мг/л.

Для определения расстояния, при котором происходит полное перемешивание, используется формула:

$$L = \left\{ \frac{1}{\alpha} \cdot \ln \left[\frac{q_{cm} + \gamma \cdot Q}{(1 - \gamma) \cdot q_{cm}} \right] \right\}^3 ;$$

На рис. 2 приведена схема участка реки, где осуществляется смешение сточных вод с водой водоема.

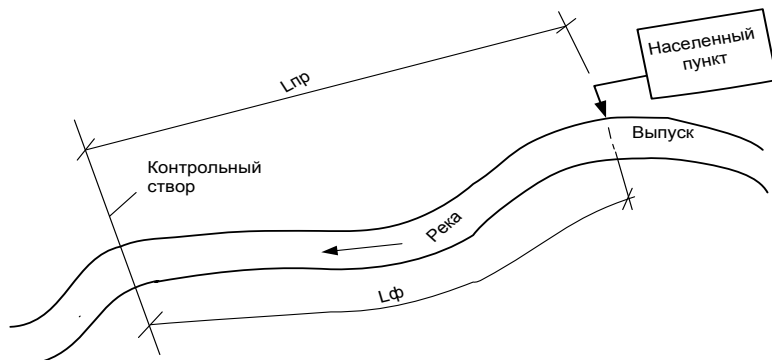


Рис. 2. Схема участка реки, участвующего в смешении сточных вод с водой водоема: $L_{пр}$ — расстояние по прямой; $L_{ф}$ — расстояние по фарватеру

5. Расчеты загрязнений водных объектов

При выпуске сточных вод в водные объекты необходимо, чтобы вода водного объекта в расчетном створе удовлетворяла санитарным требованиям. Для достижения данного условия необходимо заранее рассчитать предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, с которыми эта вода может быть сброшена в водный объект. Основными видами расчетов при этом являются:

- расчет необходимой степени очистки сточных вод по содержанию взвешенных веществ;
- расчет необходимой степени очистки сточных вод по содержанию растворенного кислорода;

- расчет необходимой степени очистки сточных вод по БПК смеси воды водного объекта и сточных вод;
- расчет величин нормативных сбросов в водоем по вредным веществам;
- расчет допустимой температуры сточных вод перед сбросом их в водные объекты.

5.1. Расчет необходимой степени очистки сточных вод по содержанию взвешенных веществ

Концентрацию взвешенных веществ в очищенной сточной воде, разрешенной к сбросу в водный объект, определяют из выражения:

$$C_{оч} = P \left(\frac{\gamma Q}{q_{ст}} + 1 \right) + C_{\phi};$$

где: C_{ϕ} – концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до сброса сточных вод, мг/л; P – разрешенное санитарными нормами увеличение содержания взвешенных веществ в воде водного объекта в расчетном створе; Q – среднемесячный расход воды водотока 95%-й обеспеченности, м³/с; $q_{ст}$ – максимальный расход сточных вод, подлежащих сбросу в водоток, м³/с; γ – коэффициент смешения.

Рассчитав необходимую концентрацию взвешенных веществ в очищенной сточной воде ($C_{оч}$) и зная концентрацию взвешенных веществ в сточной воде, поступающей на очистку ($C_{ст}$), определяют требуемую эффективность очистки сточных вод по взвешенным веществам по формуле:

$$\mathcal{E}_{взв} = \frac{C_{ст} - C_{оч}}{C_{ст}} \cdot 100\%;$$

5.2. Биохимическое потребление кислорода (БПК)

В природной воде водоемов всегда присутствуют органические вещества. Их концентрации могут быть иногда очень малы (например, в родниковых и талых водах). Природными источниками органических веществ являются разрушающиеся останки организмов растительного и животного происхождения, как живших в воде, так и попавших в водоем с листвы, по воздуху, с берегов и т.п. Кроме природных, существуют также техногенные источники органических веществ: транспортные предприятия (нефтепродукты), целлюлозно-бумажные и лесоперерабатывающие комбинаты (лигнины), мясокомбинаты (белковые соединения), сельскохозяйственные и фекальные стоки и т.д. Органические загрязнения попадают в водоем разными путями, главным образом со сточными водами и дождевыми поверхностными смывами с почвы.

В естественных условиях находящиеся в воде органические вещества разрушаются бактериями, претерпевая аэробное биохимическое окисление с образованием двуокиси углерода. При этом на окисление потребляется растворенный в воде кислород. В водоемах с большим содержанием органических веществ большая часть растворенного кислорода потребляется на биохимическое окисление, лишая, таким образом, кислорода другие организмы. При этом увеличивается количество организмов, более устойчивых к низкому содержанию растворенного кислорода, исчезают кислородолюбивые виды и появляются виды, терпимые к дефициту кислорода. Таким образом, в процессе биохимического окисления органических веществ в воде происходит уменьшение концентрации растворенного кислорода, и эта убыль косвенно является мерой содержания в воде органических веществ. **Соответствующий показатель качества воды, характеризующий суммарное содержание в**

воде органических веществ, называется биохимическим потреблением кислорода (БПК).

Определение БПК основано на измерении концентрации растворенного кислорода в пробе воды непосредственно после отбора, а также после инкубации пробы. Инкубацию пробы проводят без доступа воздуха в кислородной склянке в течение времени, необходимого для протекания реакции биохимического окисления. Обычно определяют БПК за 5 суток инкубации (БПК₅), однако содержание некоторых соединений более информативно характеризуется величиной БПК за 10 суток или за период полного окисления (БПК₁₀ или БПК_{полн.} соответственно).

Таким образом, БПК – количество кислорода в миллиграммах, требуемое для окисления находящихся в 1 л. воды органических веществ в аэробных условиях, без доступа света, при 20°C, за определенный период в результате протекающих в воде биохимических процессов. Ориентировочно принимают, что БПК₅ составляет около 70% БПК_{полн.}, но может составлять от 10 до 90% в зависимости от окисляющегося вещества.

При сбросе сточных вод в водные объекты снижение концентрации органических веществ происходит как за счет разбавления, так и благодаря процессам самоочищения. При протекании процесса самоочищения скорость изменения БПК пропорциональна количеству кислорода, потребного для биологического окисления органических веществ. Поэтому расчеты ведутся как по определению допустимой концентрации растворенного кислорода, так собственно и по определению допустимого значения БПК

5.2.1. Расчет допустимой концентрации растворенного кислорода

Содержание растворенного кислорода в водном объекте в результате сброса в него сточных вод не должно быть менее 4 мг/дм³ в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня (СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод).

Расчет ведут по БПК_{полн} в очищенных сточных водах из условия сохранения в расчетном створе допустимой концентрации растворенного кислорода:

$$L_{cm} = \frac{\gamma \cdot Q}{0,4q_{cm}} (O_B - 0,4L_B - O) - \frac{O}{0,4};$$

где: L_{cm} – полное биохимическое потребление кислорода сточной водой, допустимой к сбросу, г/м³; L_B – полное биохимическое потребление кислорода водой водотока, г/м³; γ – коэффициент смешения; Q – среднемесячный расход воды водотока 95%-й обеспеченности, м³/с; q_{cm} – максимальный расход сточных вод, подлежащих сбросу в водоток, м³/с; O_B – содержание растворенного кислорода в водотоке до места выпуска сточных вод, г/м³; O – минимальное содержание растворенного кислорода водного объекта, г/м³;

5.2.2. Величина допустимого значения БПК5 в сточных водах на выпуске в водоток

Расчет ведут по БПК₅ сточных вод, допустимых к отводу в водные объекты:

$$L_{cm} = \frac{\gamma \cdot Q}{q_{cm} 10^{-k_{cm} \cdot t}} \left(L_{ПДК} - L_B \cdot 10^{-k_B \cdot t} \right) \cdot \frac{L_{ПДК}}{10^{-k_{cm} \cdot t}};$$

где: $k_B, k_{ст}$ - константы скорости потребления кислорода органическими веществами воды водотока и сточной воды соответственно. Принимаются равными $k_B = k_{ст}$. Константа скорости потребления кислорода (для смеси бытовых и природных вод) имеет различные значения в зависимости от температуры (табл. 1):

Таблица 1

Температура воды, °С	0	5	10	15	20	25	30
$k_{ст}$, сут	0,04	0,05	0,063	0,08	0,10	0,126	0,158

$L_{пдк}$ – значение допустимой концентрации БПК₅ смеси сточных вод и воды водного объекта в расчетном створе, мг/л; (требования, прил.2); L_B – БПК_{полн} воды водного объекта до места выпуска сточных вод, мг/л;(прил.2); t – длительность перемещения воды от места сброса до расчетного створа, сут.

$$t = \frac{L}{V_{ср}};$$

где: L - расстояние по фарватеру от места выпуска сточных вод до контрольного створа, м; $V_{ср}$ - средняя скорость течения воды водотока, м/с.

5.3 Расчет величин нормативных сбросов загрязняющих веществ в водоем

Качественные показатели воды обусловлены в основном концентрацией содержащихся в ней компонентов. В состав воды в виде различных химических соединений входят около 50 элементов, такие как кислород, углекислый газ, сероводород, азот, а также катионы и анионы растворенных в воде солей кальция, магния, натрия, калия, хлора и др. В результате антропогенных загрязнений изменяются физические и

органолептические свойства воды, увеличивается содержание сульфатов, хлоридов нитратов, появляются специфические загрязнения не свойственные естественному фону.

Так, например, высокие концентрации хлоридов в воде коррозионно активны, пагубно влияют на рост растений, вызывают засоление почв. Повышенное содержание нитратов и аммонийных соединений в воде могут служить индикатором загрязнения водоема в результате распространения фекальных либо химических загрязнений (сельскохозяйственных, промышленных). Водная среда подлежит нормированию и в таблице 2 приведены некоторые ПДК вредных веществ в водоемах различной категории водопользования (примеры ПДК, высокое (ВЗ) и экстремально высокое (ЭВЗ) загрязнение водоемов).

Таблица 2

Показатели	Категория водопользования	ЛПВ водоема	ПДК	ВЗ *)	ЭВЗ *)
Абс. содержание раств. O ₂ , мг/л	рыбо-хозяйственное	общие требования	4 6	△ △	△ △
БПК ₅ , мг/л (**)	рыбо-хозяйственное	общие требования	2	>15	>60
Азот аммонийный	рыбо-хозяйственное	токсикол	0.39	>3.9	>39

Азот нитратов	рыбо-хозяйственное	сан.-токс.	1	>10	>100
Азот нитритов	рыбо-хозяйственное	токсикол.	0.02	>0.2	>2.0
Фенолы	рыбо-хозяйственное	рыбохоз.	0.001	>0.03	>0.1
Нефтепродукты	рыбо-хозяйственное	рыбохоз.	0.05	>1.5	>5.0
СПАВ	рыбо-хозяйственное	токсикол.	0.1	>1.0	>10

Примечание:

*)-критерии ВЗ и ЭВЗ были установлены Госкомгидрометом;

**) -ПДК для БПК5 принято равным приблизительно 70% ПДК для БПК полного.

Условия сброса сточных вод в поверхностные водные объекты и порядок расчета нормативов допустимого сброса веществ, содержащихся в сбрасываемых сточных водах, регламентируются «Методикой расчета нормативов допустимых сбросов (НДС) веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей». Величины нормативов допустимых сбросов (НДС) разрабатываются и утверждаются на период 5 лет для действующих и проектируемых организаций водопользователей. Разработка величин НДС осуществляется

как организацией-водопользователем, так и по поручению проектной или научно-исследовательской организации. Величины НДС определяются для всех категорий водопользователей по формуле:

$$НДС = q_{ст} \cdot C_{НДС} \text{ (г/час);}$$

где: $q_{ст}$ – максимальный часовой расход сточных вод, м³/ч; $C_{НДС}$ – допустимая концентрация загрязняющего вещества, г/м³, определяется по формуле:

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

где: $C_{ПДК}$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м³; C_{ϕ} – фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке выше выпуска сточных вод, г/м³; (придум табл ЗВ); n – кратность общего разбавления сточных вод в водотоке.

5.4. Расчет допустимой температуры сточных вод перед сбросом их в водные объекты

Расчет ведут исходя из условий, что температура воды водного объекта не должна повышаться более величины, оговоренной «Гигиеническими требованиями к охране поверхностных вод» в зависимости от вида водопользования. Температура сточных вод, разрешенных к сбросу, должна удовлетворять условию:

$$T_{ст} \leq n \cdot T_{доп} + T_{в};$$

где: $T_{\text{доп}}$ – допустимое повышение температуры; ($T+\phi$); $T_{\text{в}}$ – температура водного объекта до места сброса сточных вод.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ЗАДАНИЯ НА ПРАКТИЧЕСКУЮ РАБОТУ

Задание 1.

Определить кратность разбавления сточных вод в расчетном створе, концентрацию загрязняющих веществ после перемешивания и расстояние, при котором произойдет полное перемешивание по методике, изложенной в п.4. Численные значения параметров для разных вариантов указаны в табл.1, прил.2

Планируется сбрасывать в водоток с расходом Q сточные воды АБЗ с максимальным расходом $q_{\text{см}}$. Ниже по течению от планируемого берегового выпуска сточных вод, на расстоянии 3,0 км предполагается разместить туристическую базу отдыха (цели водопользования определяются в соответствии с номером варианта по табл.). Водоток характеризуется на этом участке следующими показателями:

- среднемесячный расход водотока 95%-й обеспеченности Q , $\text{м}^3/\text{с}$;
- средняя глубина $H_{\text{ср}}$, м;
- средняя скорость течения $v_{\text{ср}}$, м/с;
- извилистость русла слабо выражена.

Показать ситуационную схему для расчета на карте.

Задание 2.

Определить концентрацию взвешенных веществ в сточной воде, разрешенной к сбросу в водоток после очистных сооружений, и потребную эффективность очистки сточной воды по взвешенным веществам.

Концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей на очистные сооружения, $C_{\text{ст}}$. (п. 5.1)

Концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до места сброса C_f .

Задание 3.

Определить, можно ли произвести сброс нагретых сточных вод с $T_{ст}$ в водоток со среднемесячной температурой воды $T_{в}$. (п.5.4).

Задание 4.

Определить необходимую степень очистки сточных вод по содержанию в них растворенного кислорода $L_{ст}$, которые сбрасываются в водоток при следующих условиях:

- содержание растворенного кислорода в водотоке до места сброса сточных вод $O_{в}$, мг/л; (п.5.2.1)
- полное биохимическое потребление кислорода (БПК_{полн}) в водотоке до места сброса $L_{в}$, мг/л.

Задание 5.

Определить необходимую степень очистки сточных вод по БПК_{полн} для водного объекта при заданных условиях. (п.5.2.2).

Задание 6.

Определить величину нормативного сброса загрязняющих веществ в водоем при заданных условиях (п.5.3)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

№ вар.	$q_{ст}$ м ³ /с	Q , м ³ /с	$H_{ср}$, м	$v_{ср}$, м/с	$C_{и}$	УСЛОВИЯ	$C_{ст}$, мг/л	C_f , мг/л	Категории	$T_{ст}$, °C	$T_{в}$, °C	$O_{в}$, мг/л	$L_{в}$, мг/л	БПК _{ст} полн
1	0,5	12	1,2	1,0	32	Б	110	3	Х-П	60	22	5,5	1,8	250
2	0,7	15	1,3	1,0	32	Б	120	3	Х-П	60	22	5,5	2,0	270

3	0,8	20	1,3	1,1	35	Б	130	4	Х-П	65	21	6,0	2,2	280
4	0,9	25	1,4	1,1	35	Б	150	4	Х-П	65	21	6,0	2,0	300
5	1,0	30	1,5	1,2	38	Б	160	5	Х-П	68	20	6,5	1,8	320
6	1,2	33	1,6	1,2	38	Б	180	5	Х-П	68	20	6,5	2,0	340
7	1,5	35	1,6	1,3	40	Р	200	6	Р	71	19	7,0	2,2	350
8	1,6	37	1,7	1,3	40	Р	210	6	Р	71	19	7,0	2,0	330
9	1,7	40	1,8	1,4	45	Р	220	7	Р	73	20	6,5	1,8	310
10	1,8	43	1,8	1,4	45	Р	230	7	Р	73	20	6,5	2,0	290
11	1,9	45	1,9	1,5	50	Р	240	8	Р	75	21	6,0	2,2	260
12	2,0	47	2,0	1,5	50	Р	250	8	Р	75	21	6,0	1,8	250

Условия выпуска:

Береговой – Б; Руслый – Р

Категории водопользования водного объекта:

Хозяйственно-питьевое – Х-П; Рекреационное – Р

Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования

СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»

№	Показатели	Категории водопользования	
		Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
1	2	3	4
1	Взвешенные вещества*	При сбросе сточных вод, 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/дм ³	0,75 мг/дм ³
		Для водных объектов, содержащих в межень более 30 мг/дм ³ природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5 %. Взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются	
2	Плавающие примеси	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление других примесей	
3	Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике	
		20 см	10 см
4	Запахи	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемые:	
		непосредственно или	непосредственно

		при последующем хлорировании или других способах обработки	
5	Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3°C по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
6	Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5—8,5	
7	Минерализация воды	Не более 1000 мг/дм ³ , в т. ч.: хлоридов - 350; сульфатов - 500 мг/дм ³	
8	Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/дм ³ в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня.	
9	Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅)	Не должно превышать при температуре 20 °С	
		2 мг O ₂ /дм ³	4 мг O ₂ /дм ³
10	Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость), ХПК	Не должно превышать:	
		15 мг O ₂ /дм ³	30 мг O ₂ /дм ³
11	Химические вещества	Не должны содержаться в воде водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ	
12	Возбудители кишечных инфекций	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций	
13	Жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших	Не должны содержаться в 25 л воды	

14	Термотолерантные колиформные бактерии**	Не более 100 КОЕ/100 мл **	Не более 100 КОЕ/100 мл
15	Общие колиформные	Не более	
		1000 КОЕ/100 мл**	500 КОЕ/100 мл
16	Колифаги **	Не более	
		10 БОЕ/100 мл**	10 БОЕ/100 мл**
17	Суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии***	$\Sigma (A_i / Y_{Vi}) \leq 1$	

Примечания.

* *Содержание в воде взвешенных веществ неприродного происхождения (хлопья гидроксидов металлов, образующихся при обработке сточных вод, частички асбеста, стекловолокна, базальта, капрона, лавсана и т. д.) не допускается.*

** *Для централизованного водоснабжения; при нецентрализованном питьевом водоснабжении вода подлежит обеззараживанию.*

*** *В случае превышения указанных уровней радиоактивного загрязнения контролируемой воды проводится дополнительный контроль радионуклидного загрязнения в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности;*

A_i - удельная активность i -го радионуклида в воде;

Y_{Vi} - соответствующий уровень вмешательства для i -го радионуклида (приложение П-2 НРБ-99).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 73-ФЗ.

2. ГОСТ 17.1.2.04-77 «Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов».

Дополнительная:

1. Методические указания по разработке нормативов предельно допустимых сбросов вредных веществ в поверхностные водные объекты (уточненная редакция)/Утв. Минприроды РФ 13.09.99. М., 1999.

2. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», Минздрав России, Москва 2000.