

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра инженерной экологии и химии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим и лабораторным работам по расчету
нормативов допустимых сбросов химических и
иных веществ в водные объекты
по дисциплинам “Отраслевая экология”,
“Основы экологии и экономика природопользования”,
“Основы экологии”

*для студентов всех специальностей
дневной и заочной форм обучения*



Брест 2009

УДК 504 (476)

Методические указания предназначены для выполнения практических и лабораторных работ по расчету нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты. Содержат рекомендации к установлению нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, общие требования к санитарной охране водных объектов - приемников сточных вод, пример расчета нормативов допустимых сбросов загрязняющих сточные воды веществ в составе отводимых вод в водные объекты.

Составитель: А.П. Головач, доцент кафедры инженерной экологии и химии

Рецензент: начальник специнспекции по экологическому контролю Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды А.В. Павлюк

НОРМИРОВАНИЕ ДОПУСТИМОГО СБРОСА И ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СОСТАВЕ ОТВОДИМЫХ ВОД В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Цель работы - изучить методы установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты

1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Ассимилирующая способность водного объекта - способность водного объекта принимать определенную массу загрязняющих веществ в единицу времени без нарушения нормативов качества воды в контрольном створе;

водный объект - природный или искусственный водоем, водоток или иной объект, постоянное или временное сосредоточение вод в которых имеет характерные формы, а также признаки водного режима;

временная допустимая концентрация химических и иных веществ в составе отводимых вод (далее - *временная допустимая концентрация*) - максимальная концентрация загрязняющих веществ в составе отводимых вод в водный объект, установленная на ограниченный промежуток времени, в течение которого выполняются мероприятия по достижению допустимой концентрации загрязняющих веществ;

временные нормативы допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты (далее - *временные нормативы допустимых сбросов*) - максимально допустимая масса загрязняющих веществ в составе отводимых вод в водный объект и временная допустимая концентрация загрязняющих веществ в составе отводимых вод при установленном режиме водоотведения на ограниченный промежуток времени, в течение которого выполняются мероприятия по достижению нормативов допустимых сбросов;

выпуск отводимых вод - трубопровод, канал, лоток или иное гидротехническое устройство водоотводящих коммуникаций, предназначенных для отведения вод от очистных или хозяйственных сооружений в водный объект или в систему дождевой канализации иных категорий вод;

водопользователь - юридическое лицо и (или) гражданин Республики Беларусь, в том числе индивидуальный предприниматель, которые используют водные объекты для осуществления хозяйственной или иной деятельности или оказывают воздействие на воды;

дождевая канализация - комплекс оборудования, сетей и сооружений для приема, транспортировки, очистки и выпуска поверхностного стока в водные объекты;

допустимая концентрация загрязняющих веществ в составе отводимых вод (далее - *допустимая концентрация*) - максимальная концентрация загрязняющих веществ в составе отводимых вод в водный объект, соблюдение которой обеспечивает установленные нормативы качества воды водного объекта в контрольном створе;

загрязняющие вещества - химические и иные вещества или их смесь, поступление, нахождение или возникновение которых в водном объекте вызывает его загрязнение;

контрольный створ - условное поперечное сечение водного объекта, в котором производят комплекс работ с целью получения данных о показателях качества и концентрациях веществ в воде водного объекта;

культурно-бытовой водный объект - водный объект, используемый в целях рекреации, а также в границе населенного пункта;

лимитирующий признак вредности (ЛПВ) - наиболее вероятное неблагоприятное воздействие загрязняющего вещества (*санитарно-токсикологический, общесанитарный, органолептический, токсикологический и рыбохозяйственный ЛПВ*);

нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ в составе отводимых вод в водные объекты (далее - *нормативы допустимых сбросов, предельно допустимый сброс - ПДС*) - максимально допустимая масса загрязняющих веществ в составе отводимых вод в водный объект и допустимая концентрация загрязняющих веществ при установленном режиме водоотведения, при сбросе которой обеспечиваются нормативы качества воды водного объекта в контрольном створе;

нормативы качества воды водного объекта - установленные общефизические, биологические, химические показатели качества и предельно допустимые концентрации веществ в воде водного объекта, в пределах которых обеспечиваются условия водопользования в соответствии с видом водного объекта;

нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в воде водного объекта (далее - *предельно допустимые концентрации, ПДК*) - установленные предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воде водного объекта определенного вида, выше которых вода непригодна для водопользования;

нормированные загрязняющие вещества - загрязняющие вещества, по которым устанавливаются нормативы допустимых сбросов и временные нормативы допустимых сбросов;

поверхностный сток - воды, отводимые с застроенной территории, в пределах которой они образовались в результате выпадения атмосферных осадков и мойки дорожных покрытий;

расход воды - объем воды, протекающий через сечение потока в единицу времени;

расчетная допустимая концентрация загрязняющих веществ в составе отводимых вод (далее - *расчетная допустимая концентрация*) - концентрация загрязняющих веществ в составе отводимых вод в водный объект, рассчитанная с учетом ассимилирующей способности водного объекта, соблюдение которой обеспечивает установленные нормативы качества воды водного объекта в контрольном створе;

рыбохозяйственный водный объект - водный объект, который используется либо может быть использован для рыбохозяйственной деятельности;

теплый период года - апрель, май, июнь, июль, август, сентябрь, октябрь месяцы;

фоновый створ - условное поперечное сечение водного объекта выше данного выпуска отводимых вод, в котором учитывается воздействие на качество воды водного объекта всех вышерасположенных сбросов загрязняющих веществ;

фоновые показатели качества и концентрации загрязняющих веществ в воде водного объекта - показатели качества и концентрации загрязняющих веществ в воде водного объекта в фоновом створе, рассчитываемые или фактически установленные с учетом расчетных или фактических гидрологических характеристик водного объекта;

хозяйственно-питьевой водный объект - водный объект, используемый в целях удовлетворения питьевых, хозяйственно-бытовых нужд населения и потребностей организаций пищевой промышленности;

холодный период года - ноябрь, декабрь, январь, февраль, март месяцы.

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТАНОВЛЕНИЮ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ ХИМИЧЕСКИХ И ИНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Нормативы допустимых сбросов устанавливаются для каждого проектируемого и действующего выпусков отводимых вод с целью обеспечения установленных нормативов качества воды в водных объектах. Для целей установления нормативов допустимых сбросов водные объекты разделяются на следующие виды: рыбохозяйственный, хозяйственно-питьевой, культурно-бытовой. Рыбохозяйственные водные объекты используе-

мые для воспроизводства и сохранения ценных сортов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода, относят к I категории, а используемые для других водохозяйственных целей - ко II категории. Вид рыбохозяйственного использования водоема определяется органами рыбоохраны.

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.

Процессы, изменяющие характер веществ, поступающих в водные объекты, называют процессами самоочищения. Совокупность разбавления и самоочищения составляет обезвреживающую способность водного объекта.

При сбросе загрязняющих веществ в составе отводимых вод в хозяйственно-питьевые и культурно-бытовые водотоки нормативы качества водотоков должны обеспечиваться в контрольном створе, расположенном на расстоянии (в радиусе) одного километра выше ближайшего по течению водозабора для питьевого, хозяйственно-бытового водоснабжения, мест купания, организованного отдыха или территории населенного пункта (рис. 1, а).

При сбросе загрязняющих веществ в составе отводимых вод в рыбохозяйственные водотоки нормативы качества воды водотоков должны обеспечиваться на протяжении всего водного объекта или его участка, начиная с контрольного створа, расположенного на расстоянии (в радиусе) не далее 500 метров ниже выпуска отводимых вод (рис. 2, б).

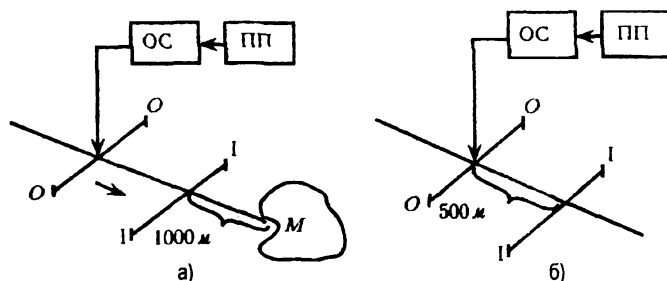


Рисунок 1 - Ситуационная схема для водотока а) культурно-бытового водопользования (М - населенный пункт); б) рыбохозяйственного водопользования.

О - О - нулевой створ; I - I - контрольный створ; ПП - промышленное предприятие; ОС - очистные сооружения

В случае одновременного использования водного объекта или его участка для различных целей к составу и свойствам воды водного объекта предъявляются наиболее жесткие нормативы качества воды водного объекта.

Если показатели качества и концентрации загрязняющих веществ в воде водного объекта в фоновом створе превышают установленные нормативы качества воды водного объекта, то нормативы допустимых сбросов по этим показателям качества и концентрациям загрязняющих веществ устанавливаются исходя из применения к отводимым водам нормативов качества воды водного объекта.

Данные о фоновых значениях показателей качества и концентраций загрязняющих веществ в воде водного объекта, гидрометрических и гидрологических характеристиках водного объекта принимаются по данным государственной гидрометеорологической службы.

При отсутствии поста наблюдений государственной гидрометеорологической службы на водном объекте данные о фоновых значениях показателей состава и свойств воды

водного объекта и гидрометрических и гидрологических характеристиках получаются по результатам проведения исследований, организованных водопользователем.

В случае сброса загрязняющих веществ в составе отводимых вод в озеро нормативы допустимых сбросов устанавливаются исходя из применения к отводимым водам природных показателей качества и концентраций веществ в воде озера, установленных на основании данных мониторинга поверхностных вод или научных исследований.

В случае сброса загрязняющих веществ в составе отводимых вод в водохранилище или пруд, созданный путем перегораживания плотиной малых рек, ручьев, водотоков, нормативы допустимых сбросов устанавливаются исходя из применения к отводимым водам нормативов качества воды водного объекта (водотока), в русле которого создано водохранилище или пруд.

В случае отведения в водные объекты сточных вод, образующихся после использования воды на охлаждение оборудования, нормативы допустимых сбросов устанавливаются исходя из применения к отводимым сточным водам фоновых концентраций нормированных веществ в воде водного объекта в месте водозабора (при условии пользования одним водным объектом для забора воды и отведения сточных вод после охлаждения оборудования).

Нормативы допустимых сбросов устанавливаются для каждого нормируемого загрязняющего вещества с учетом вида водного объекта, нормативов качества воды водного объекта, фоновой концентрации нормируемых загрязняющих веществ, ассимилирующей способности водного объекта.

Нормативы допустимых сбросов для выпусков дождевой канализации устанавливаются для каждого из двух периодов: теплый период года и холодный период года.

В случае отведения в водный объект посредством дождевой канализации, кроме поверхностного стока, сточных и (или) дренажных, карьерных (шахтных, рудничных) вод (далее - иных категорий вод) нормативы допустимых сбросов устанавливаются для каждой категории отводимых вод.

Нормативы допустимых сбросов определяются как произведение максимального часового, среднего суточного, годового расхода отводимых вод, в том числе отводимых посредством дождевой канализации иных категорий вод, на допустимую концентрацию.

Нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ в составе поверхностного стока определяются как произведение объема отводимых вод за теплый и холодный периоды года, рассчитанного исходя из среднего многолетнего слоя осадков за теплый и холодный периоды года, на допустимую концентрацию.

Вредные и ядовитые вещества разнообразны по своему составу, в связи с чем их нормируют по принципу лимитирующего признака вредности (ЛПВ), под которым понимают наиболее вероятное неблагоприятное воздействие каждого вещества.

При нормировании качества воды в водоемах питьевого и культурно-бытового назначения используют три вида ЛПВ: санитарно-токсикологический, общесанитарный, органолептический. Для водоемов рыбохозяйственного назначения наряду с указанными ЛПВ используют еще два вида: токсикологический и рыбохозяйственный.

Для всех нормированных загрязняющих веществ при сбросе в рыбохозяйственные водные объекты и для загрязняющих веществ 1-го и 2-го классов опасности при сбросе в хозяйственно-питьевые и культурно-бытовые водные объекты нормативы допустимых сбросов устанавливаются исходя из того, что при поступлении в водный объект нескольких загрязняющих веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности и с учетом примесей, поступающих в водный объект от вышерасположенных источников, сумма отношений концентраций ($C_1, C_2 \dots C_m$) каждого из этих загрязняющих веществ в контрольном створе к соответствующим предельно допустимым концентрациям не должна превышать единицы:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_m}{ПДК_m} \leq 1 \quad (1)$$

Из неравенства (1) следует, что каждое вредное вещество z из m веществ, входящих в определенный ЛПВ, может присутствовать в контрольном створе в концентрациях не более, чем:

$$C_{кс}^z \leq C_{ПДК}^z \left(1 - \sum_{i=1}^{m-1} \frac{C_{кс}^i}{C_{ПДК}^i} \right), \quad (2)$$

где $C_{кс}$ - концентрация загрязняющего вещества в контрольном створе, миллиграммов в дециметре кубическом;

$C_{ПДК}$ - норматив предельно допустимой концентрации i -го вещества в воде водотока, миллиграммов в дециметре кубическом;

m - количество веществ, относящихся к одному и тому же ЛПВ.

Для загрязняющих веществ, допустимые концентрации которых нормируются по приращению к фоновым концентрациям, нормативы допустимых сбросов устанавливаются исходя из допустимых приращений к фоновым концентрациям.

В случае, если фактические концентрации загрязняющих веществ в составе отводимых вод меньше расчетных допустимых концентраций, нормативы допустимых сбросов устанавливаются исходя из фактических концентраций загрязняющих веществ в составе отводимых вод.

В случае, если фактические концентрации загрязняющих веществ в составе отводимых вод превышают расчетные допустимые концентрации, на период выполнения водопользователем мероприятий по снижению сброса загрязняющих веществ в составе отводимых вод с целью достижения расчетных нормативов допустимых сбросов Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, областные и Минский городской комитеты природных ресурсов и охраны окружающей среды могут устанавливать временные нормативы допустимых сбросов с учетом поэтапного достижения нормативов допустимых сбросов.

Временные нормативы допустимых сбросов устанавливаются исходя из максимально возможного снижения концентраций загрязняющих веществ в составе отводимых вод на действующих водоохраных сооружениях водопользователя на момент установления временных нормативов допустимых сбросов. В целях поэтапного достижения нормативов допустимых сбросов водопользователи разрабатывают планы водоохраных мероприятий по снижению сбросов загрязняющих веществ в составе отводимых вод и предусматривают для их выполнения необходимые финансовые и материально-технические ресурсы.

Расчеты нормативов допустимых сбросов и временных нормативов допустимых сбросов для действующих выпусков отводимых вод в водные объекты представляются водопользователями в ходатайствах о разрешениях на специальное водопользование. Нормативы допустимых сбросов устанавливаются Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, областными и Минским городским комитетами природных ресурсов и охраны окружающей среды в разрешениях на специальное водопользование.

Расчеты нормативов допустимых сбросов для проектируемых выпусков отводимых вод в водные объекты включаются в состав проектной документации на строительство, представляемой на государственную экологическую экспертизу в установленном законодательством Республики Беларусь об охране окружающей среды порядке.

3. РАСЧЕТ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМОГО СБРОСА И ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СОСТАВЕ ОТВОДИМЫХ ВОД В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Норматив допустимого сброса i -го загрязняющего вещества в составе отводимых вод в водный объект, за исключением поверхностного стока, определяется по формуле:

$$ДС_i = q \cdot C_{ДС_i}, \quad (3)$$

где $ДС_i$ - норматив допустимого сброса i -го загрязняющего вещества, килограммов в час, тонн в сутки, тонн в год;

q - максимальный часовой, средний суточный расход, годовой объем отводимых вод, метров кубических в час, метров кубических в сутки, метров кубических в год;

$C_{ДС_i}$ - допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества, миллиграммов в дециметре кубическом.

В случае отведения иных категорий вод в водный объект посредством дождевой канализации значение допустимой концентрации i -го загрязняющего вещества в составе отводимых иных категорий вод устанавливается равной или менее расчетной $C_{ДС_i}$ отводимого поверхностного стока.

Норматив допустимого сброса i -го загрязняющего вещества в составе поверхностного стока (далее - стока), отводимого в водный объект, определяется по формуле:

$$ДС_{\Pi_i} = C_{ДС_i}^D \cdot W_D + C_{ДС_i}^T \cdot W_T, \quad (4)$$

где $ДС_{\Pi_i}$ - норматив допустимого сброса i -го загрязняющего вещества в составе отводимых вод, тонн в год;

W_D - объем отводимых вод за теплый период года, метров кубических;

W_T - объем отводимых вод за холодный период года, метров кубических;

$C_{ДС_i}^D, C_{ДС_i}^T$ - допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества, миллиграммов в дециметре кубическом.

Объем отводимых вод за теплый период года рассчитывается по формуле:

$$W = 10 \cdot h_D \cdot k_D \cdot F, \quad (5)$$

где W_D - объем отводимого стока за теплый период года, метров кубических;

h_D - среднееголетний слой осадков за теплый период года, миллиметров, согласно приложению 1;

F - площадь водосбора, гектаров;

k_D - коэффициент стока дождевых вод, равный средневзвешенной величине для всей площади водосбора с учетом средних значений коэффициентов стока для различного рода поверхности согласно приложению 3.

Объем отводимых вод за холодный период года рассчитывается по формуле:

$$W = 10 \cdot h_T \cdot k_T \cdot F, \quad (6)$$

где W_T - объем отводимых вод за холодный период года, метров кубических;

h_T - среднееголетний слой осадков соответственно за холодный период года, миллиметров, согласно приложению 1;

F - площадь водосбора, гектаров;

k_T - коэффициент стока талых вод, принимаемый для расчета равным 0,6.

Допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества без учета неконсервативности загрязняющего вещества рассчитывается по формуле:

$$C_{дс_i} = n \cdot (C_{пдж_i} - C_{\phi_i}) + C_{\phi_i}, \quad (7)$$

где $C_{дс_i}$ - допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества без учета неконсервативности вещества, миллиграммов в дециметре кубическом;

$C_{пдж_i}$ - норматив предельно допустимой концентрации i -го вещества в воде водотока, миллиграммов в дециметре кубическом;

C_{ϕ_i} - фоновая концентрация i -го вещества в воде водотока выше выпуска отводимых вод, миллиграммов в дециметре кубическом;

n - кратность разбавления отводимых вод в водотоке, служащем приемником загрязняющих веществ в составе отводимых вод.

Расход поверхностного стока в теплый период года рассчитывается по формуле:

$$q_d = \frac{2,8 \cdot 10^{-3} \cdot h_{дсм} \cdot F \cdot k_d}{T + t}, \quad (8)$$

где q_d - расход поверхностного стока в теплый период года, кубических метров в секунду;

$h_{дсм}$ - среднесуточный максимум атмосферных осадков (средний из максимальных), миллиметров, принимается согласно приложению 1;

T - средняя продолжительность дождя в данной местности, часов, принимается 5 часов для Брестской, Гомельской и Минской областей, для Витебской, Гродненской и Могилевской областей - 6 часов;

t - продолжительность протекания поверхностного стока от крайней точки водосборного бассейна до места выпуска в водный объект, часов (при отсутствии данных принимается равной 1 часу);

F - площадь водосбора, гектаров;

k_d - коэффициент стока дождевых вод, равный средневзвешенной величине для всей площади водосбора с учетом средних значений коэффициентов стока для различного рода поверхности согласно приложению 3.

Расход поверхностного стока в период снеготаяния рассчитывается по формуле:

$$q_T = \frac{2,8 \cdot 10^{-3} \cdot h_{вп} \cdot F \cdot k_T}{T}, \quad (9)$$

где q_T - расход поверхностного стока в период снеготаяния, кубических метров в секунду;

$h_{вп}$ - среднеснеготаяния сток весеннего половодья, миллиметров, согласно приложению 1;

T - период весеннего половодья (февраль-апрель), 89 суток;

F - площадь водосбора, гектаров;

k_T - коэффициент стока талых вод, принимаемый для расчета равным 0,6.

Допустимая концентрация органических веществ, выраженных по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК₅, рассчитывается с учетом неконсервативности загрязняющего вещества по формуле:

$$L_{дс} = n \cdot (L_{пдж} \cdot e^{-k_0 t} - L_{\phi}) + L_{\phi}, \quad (10)$$

где $L_{дс}$ - допустимая концентрация органических веществ, выраженная по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК₅, миллиграммов кислорода в кубическом дециметре;

$L_{пдк}$ - норматив предельно допустимой концентрации органических веществ, выраженный по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК₅, воды водотока, миллиграммов кислорода в кубическом дециметре;

n - кратность разбавления отводимых вод в водотоке;

L_{ϕ} - фоновая концентрация органических веществ, выраженная по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК₅, воды водотока, миллиграммов кислорода в кубическом дециметре;

K_0 - осредненное значение коэффициента неконсервативности органических веществ, обуславливающих фоновую концентрацию органических веществ, выраженную по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК₅, в водотоке и концентрация БПК₅ отводимых вод, зависящего от температуры смеси отводимых вод и водотока, 1/сутки, принимается согласно приложению 2;

t - время протекания отводимых вод от места выпуска до контрольного створа, суток:

$$t = \frac{L}{V_p} \quad (11)$$

где L - расстояние от выпуска отводимых вод до контрольного створа по фарватеру, метров;

V_p - скорость течения воды в водотоке, метров в секунду.

Допустимая концентрация органических веществ, выраженных по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК₅, в отводимых водах с учетом обеспечения в контрольном створе норматива качества воды в водотоке по содержанию растворенного кислорода рассчитывается по формуле:

$$L_{ов} = \frac{k_{см} \cdot Q}{0,4 \cdot q} (O_{\phi} - 0,4L_{\phi} - O_{доп}) - \frac{O_{доп}}{0,4} \quad (12)$$

где $L_{ов}$ - допустимая концентрация органических веществ, выраженная по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК₅, в отводимых водах с учетом обеспечения в контрольном створе норматива качества воды в водотоке по содержанию растворенного кислорода, миллиграммов кислорода в кубическом дециметре;

O_{ϕ} - содержание растворенного кислорода в фоновом створе водотока, миллиграммов кислорода в кубическом дециметре;

$O_{доп}$ - наименьшая концентрация растворенного кислорода, которая должна сохраняться в контрольном створе водотока после сброса загрязняющих веществ в составе отводимых вод, миллиграммов в кубическом дециметре (для водотоков, используемых для питьевых или хозяйственно-бытовых целей, $O_{доп}$ равна 4 миллиграммам кислорода в кубическом дециметре; для водотоков, используемых для рыбохозяйственных целей, $O_{доп}$ равна 6 миллиграммам кислорода в кубическом дециметре);

$0,4$ - коэффициент для пересчета полного потребления кислорода в двухсуточное;

Q - расход воды в водотоке, кубических метров в секунду;

q - расход отводимых вод, кубических метров в секунду;

$k_{см}$ - коэффициент смешения отводимых вод с водой водотока;

L_{ϕ} - фоновая концентрация органических веществ, выраженная по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК₅, воды водотока, миллиграммов кислорода в кубическом дециметре.

Максимальная допустимая температура отводимых вод в водоток рассчитывается по формуле:

$$T_{ов} = (n + 1) \cdot T_{доп} + T_{\phi} , \quad (13)$$

где $T_{ов}$ - максимальная допустимая температура отводимых вод в водоток, градусов Цельсия;

$T_{доп}$ - допустимое превышение температуры воды водотока, градусов Цельсия;

T_{ϕ} - максимальная температура воды водотока в фоновом створе, градусов Цельсия;

n - кратность разбавления отводимых вод в воде водотока.

Допустимая концентрация загрязняющих веществ, которые нормируются по допустимому приращению к фоновой концентрации, рассчитывается по формуле:

$$C_{дс_i} = n \cdot C_{доп_i} + C_{\phi} , \quad (14)$$

где $C_{дс_i}$ - допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества, которое нормируется по допустимому приращению к фоновой концентрации, миллиграммов в дециметре кубическом;

$C_{доп_i}$ - допустимое увеличение содержания i -го загрязняющего вещества в воде водотока после сброса i -го загрязняющего вещества в составе отводимых вод, миллиграммов в кубическом дециметре;

C_{ϕ} - фоновая концентрация i -го загрязняющего вещества в воде водотока, миллиграммов в кубическом дециметре;

n - кратность разбавления отводимых вод в воде водотока.

Кратность разбавления отводимых вод в воде водотока определяется по формуле:

$$n = \frac{q + k_{см} \cdot Q}{q} , \quad (15)$$

где n - кратность разбавления отводимых вод в воде водотока;

q - расход отводимых вод, кубических метров в секунду;

Q - расход водотока, кубических метров в секунду;

$k_{см}$ - коэффициент смешения отводимых вод с водой водотока.

Расчет кратности разбавления применяется в случае соблюдения неравенства

$$0,0025 \leq \frac{q}{Q} \leq 0,1 , \quad (16)$$

где q - расход отводимых вод, кубических метров в секунду;

Q - расход водотока, кубических метров в секунду.

В случае, если величина отношения расхода отводимых вод к расходу водотока менее 0,0025, кратность разбавления принимается равной 0,5.

В случае, если величина отношения расхода отводимых вод к расходу водотока более 0,1, допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества принимается равной нормативу предельно допустимой концентрации загрязняющего вещества в воде водотока с коэффициентом 0,8. Расчет допустимой концентрации i -го загрязняющего вещества без учета неконсервативности рассчитывается по формуле:

$$C_{дс_i} = n \cdot (0,8 \cdot C_{гщ_i} - C_{\phi_i}) + C_{\phi_i} , \quad (17)$$

Необходимая степень (эффективность) очистки сточных вод от загрязнений перед сбросом в водный объект составляет

$$\mathcal{E}_i = \frac{C_{\phi_{акт_i}} - C_{дс_i}}{C_{\phi_{акт_i}}} \cdot 100\% , \quad (18)$$

где $C_{\text{ФАКТ } i}$ - фактическая концентрация i -го загрязняющего вещества в неочищенных сточных водах, миллиграммов в кубическом дециметре.

Эффективность очистки загрязняющих веществ, принадлежащих определенному ЛПВ, с учетом формул(1), (2) и(18) определяется из выражения

$$\mathcal{E}_i = \left(1 - \frac{1 - \frac{n-1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{C_{\phi}^i}{C_{\text{ГДК}}^i}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{C_{\text{ФАКТ}}^i}{C_{\text{ГДК}}^i}} \right) \cdot 100 \quad (19)$$

4. ТРЕБОВАНИЯ К САНИТАРНОЙ ОХРАНЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В целях охраны водных объектов от загрязнения не допускается сбрасывать в водные объекты сточные воды (производственные, хозяйственно-бытовые, поверхностно-ливневые и т.д.), которые:

могут быть устранены путем организации малоотходных производств, рациональной технологии, максимального использования в системах оборотного и повторного водоснабжения после соответствующей очистки и обеззараживания в промышленности, городском хозяйстве и для орошения в сельском хозяйстве;

содержат возбудителей инфекционных заболеваний бактериальной, вирусной и паразитарной природы. Сточные воды, опасные по эпидемиологическому критерию, могут сбрасываться в водные объекты только после соответствующей очистки и обеззараживания;

содержат вещества (или продукты их трансформации), для которых не установлены гигиенические нормативы предельно-допустимых концентраций или ориентировочно-допустимых уровней (ОДУ), а также отсутствуют методы их определения.

Не допускается сброс промышленных, сельскохозяйственных, городских сточных вод, а также организованный сброс ливневых сточных вод:

в местах туризма, спорта и массового отдыха населения;

в водные объекты, содержащие природные лечебные ресурсы;

в пределах второго пояса зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, если содержание в них загрязняющих веществ и микроорганизмов превышает установленные гигиенические нормативы.

Не допускается сбрасывать в водные объекты, на поверхность ледяного покрова и водосборную территорию отходы и мусор, формирующиеся на территории населенных мест и производственных площадок.

Не допускается производить мойку автотранспортных средств и других механизмов в водных объектах и на их берегах, а также проводить работы, которые могут явиться источником загрязнения вод.

Не допускаются утечки от нефте- и продуктопроводов, нефтепромыслов, а также сброс мусора, неочищенных сточных, балластных вод и утечки других веществ с плавучих средств водного транспорта.

Сточные воды, которые технически невозможно использовать в системах повторного, оборотного водоснабжения в промышленности, городском хозяйстве, для орошения в сельском хозяйстве и для других целей, допускается отводить в водные объекты после очистки при соблюдении гигиенических нормативов качества воды в пунктах водопользования.

Сброс сточных вод с судов допускается после очистки и обеззараживания на судовых установках, разрешенных к эксплуатации органами и учреждениями государственного санитарного надзора, вне черты населенных мест.

Отведение поверхностного стока с промплощадок и жилых зон через дождевую канализацию должно исключать поступление в нее хозяйственно-бытовых, производственных сточных вод и промышленных отходов. Качество воды водных объектов должно соответствовать требованиям, указанным в приложении 1.

Содержание химических веществ в воде водных объектов, не должно превышать гигиенических нормативов ПДК и ОДУ, утвержденных в установленном порядке.

При отсутствии установленных гигиенических нормативов водопользователь обеспечивает разработку ОДУ или ПДК, а также метода определения вещества и/или продуктов его трансформации с нижним пределом измерения $\leq 0,5$ ПДК.

Для объектов, сбрасывающих сточные воды, нормативы ПДС в водные объекты устанавливаются Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь после согласования с органами и учреждениями государственного санитарного надзора. ПДС устанавливаются для каждого выпуска сточных вод и каждого загрязняющего вещества.

Нормируемые значения устанавливаются для следующих параметров воды водоемов:

содержание плавающих примесей; содержание взвешенных веществ; запах, привкус; окраска; температура воды; значение pH; состав и концентрации минеральных примесей; концентрация растворенного кислорода; полное биохимическое потребление кислорода (БПК_{полн}); концентрации и состав ядовитых и вредных веществ; содержание болезнетворных микроорганизмов.

Состав и свойства воды водоема или водотока в пунктах водопользования ни по одному из показателей не должны превышать установленные гигиенические нормативы качества. Некоторые из этих нормативов представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 - Гигиенические требования к составу и свойствам воды водных объектов

Показатели состава и свойств воды водного объекта	Категория водопользования			
	хозяйственно-питьевого назначения	культурно-бытового назначения	рыбохозяйственного назначения	
			I категория	II категория
1	2	3	4	5
Взвешенные вещества	Содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться больше, чем на, мг/дм ³			
	0,25	0,75	0,25	0,75
Плавающие примеси	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.			
Окраска	На поверхности водоема не должны обнаруживаться плавающие пленки, пятна минеральных масел и скопления других примесей		Вода не должна приобретать посторонней окраски	
Запахи, привкусы	Не должна обнаруживаться в столбике, см		Вода не должна приобретать посторонних запахов и привкусов мясу рыбы	
	20	10		
Запахи, привкусы	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов:		Вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу рыбы	
	обнаруживаемые непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно		

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
Минеральный состав по сухому остатку, в т.ч.	Не должен превышать 1000 мг/дм ³			
хлоридов, мг/дм ³	350	350	300	300
сульфатов, мг/дм ³	500	500	100	100
Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5 - 8,5			
1	2	3	4	5
Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на			
	3 °С	5 °С	5 град. С с общим повышением температуры не более чем до 20 град.С летом и 5 град.С зимой для водных объектов, где обитают лососевые и сиговые виды рыб, и не более чем до 28 град.С летом и 8 град.С зимой в остальных случаях. В местах нерестилиц налима запрещается повышать температуру воды зимой более чем на 2 град.С	
Минеральный состав по сухому остатку, в т.ч.	Не должен превышать 1000 мг/дм ³			
хлоридов, мг/дм ³	350	350	300	300
сульфатов, мг/дм ³	500	500	100	100
Растворенный кислород	В пробе, отобранной до 12 часов дня в любой период года не должно быть менее, мг/л,			
	4	4	6	4
БПК _{полн}	Не должно превышать при 20 °С, мг-О ₂ /дм ³			
	2	4	3	3
ХПК	Не должно превышать, мг-О ₂ /дм ³			
	15	30	15	15
Возбудители заболеваний	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций. Жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших не должны содержаться в 25 дм ³ воды		Вода не должна содержать возбудителей заболеваний, жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших	
Химические вещества	Не должны содержаться в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ			

Таблица 2 - ПДК вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

№ п/п	Наименование вещества	Класс опасности	хозяйственно-питьевые и культурно-бытовые водные объекты		рыбохозяйственные водные объекты	
			ЛПВ*	ПДК, мг/дм ³	ЛПВ*	ПДК, мг/дм ³
1	2	3	4	5	6	7
1	Алюминий	2	с.-т.	0,5	токс	0,04
2	Аммиак (по азоту)	3	с.-т.	2,0	токс.	0,05
3	Ацетон	3	общ.	2,2	токс.	0,05
4	Бензол	2	с.-т.	0,5	токс.	0,5
5	Бром	2	с.-т.	0,2	токс.	1,344

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
6	Вольфрам	2	с.-т.	0,05	токс.	0,0008
7	Глицерин	4	общ.	0,5	с.-т.	1,0
8	Диметиламин	2	с.-т.	0,1	токс.	0,005
9	Дихлорметан	3	орг.	7,5	токс.	1,0
10	Железо	3	орг.	0,3	токс.	0,1
11	Изобутилен	3	орг.	0,5	токс.	0,025
12	Кадмий	2	с.-т.	0,001	токс.	0,005
13	Кобальт	3	с.-т.	0,1	токс.	0,01
14	Медь	3	орг.	1,0	токс.	0,001
15	Молибден	2	с.-т.	0,5	токс.	0,0012
16	Мышьяк	2	с.-т.	0,05	токс.	0,05
17	Натрий	2	с.-т.	200	с.-т.	120
18	Нефть	4	орг.	0,1	р/х	0,05
19	Никель	3	с.-т.	0,1	токс.	0,01
20	Нитраты	3	с.-т.	45,0	с.-т.	40,0
21	Свинец	2	с.-т.	0,03	токс.	0,1
22	Стирол	3	орг.	0,1	орг.	0,1
23	Толуол	4	орг.	0,5	орг.	0,5
24	Уксусная кислота	4	общ.	1,0	токс.	0,01
25	Фенол	4	орг.	0,001	р/х	0,001
26	Фосфат кальция	4	общ.	3,5	общ.	0,066
27	Цинк	3	общ.	1,0	токс.	0,01
28	Этанол	3	орг.	0,5	токс.	0,01

Примечание: * ЛПВ - лимитирующий признак вредности.

с.-т. - санитарно-токсикологический;

общ. - общесанитарный;

орг. - органолептический;

токс. - токсикологический;

р/х - рыбохозяйственный.

5. РАСЧЕТ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ СТОЧНЫЕ ВОДЫ ВЕЩЕСТВ В СОСТАВЕ ОТВОДИМЫХ ВОД В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Пример расчета

На промышленном предприятии в процессе производства образуются сточные воды с расходом $q=72 \text{ м}^3/\text{с}$.

Сброс сточных вод осуществляется в реку за чертой города. Расход воды в реке - $Q=6480 \text{ м}^3/\text{с}$. Ближайший пункт водопользования после выпуска сточных вод - город, для которого река является источником централизованного водоснабжения.

Содержание взвешенных веществ в сточной воде $60 \text{ мг}/\text{дм}^3$, в речной - $40 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Содержание минеральных веществ по сухому остатку в сточной воде - $1240 \text{ мг}/\text{дм}^3$, в том числе $400 \text{ мг}/\text{дм}^3$ сульфатов.

В речной воде содержится $340 \text{ мг}/\text{дм}^3$ минеральных веществ, в том числе $40 \text{ мг}/\text{дм}^3$ сульфатов.

В сточной воде содержится $1,15 \text{ мг}/\text{дм}^3$ никеля, $1,1 \text{ мг}/\text{дм}^3$ молибдена, $0,6 \text{ мг}/\text{дм}^3$ мышьяка, $2,5 \text{ мг}/\text{дм}^3$ цинка. В речной воде данные загрязнения содержатся в концентрациях - $0,003 \text{ мг}/\text{дм}^3$, $0,15 \text{ мг}/\text{дм}^3$, $0,002 \text{ мг}/\text{дм}^3$, $0,87 \text{ мг}/\text{дм}^3$ соответственно.

Определить необходимую степень очистки и нормативы допустимого сброса загрязняющих сточные воды веществ.

Решение:

Исходные и расчетные данные удобно объединить в таблицу 3.

Таблица 3 - Характеристика состава и свойств речного и промышленного стока

№ п/п	Наименование показателя загрязнения	Концентрация загрязняющих веществ, мг/дм ³			Эф-ть очистки, %	ДС, г/ч
		C _{ФАКТ}	C _Ф	C _{ДС}		
1	Взвешенные вещества	60	40			
2	Минеральные вещества по сухому остатку	1240	340			
3	Сульфаты	400	40			
4	Свинец	1,15	0,003			
5	Молибден	1,1	0,15			
6	Мышьяк	0,6	0,002			
7	Цинк	2,5	0,87			

Определяем:

1. Кратность разбавления сточных вод речной водой ($\frac{q}{Q} = \frac{72}{6480} = 0,011$, а так как $0,0025 \leq 0,011 \leq 0,1$, применяем формулу (13):

$$n = \frac{q + k_{см} \cdot Q}{q} = \frac{72 + 0,1 \cdot 6480}{72} = 10.$$

2. Взвешенные вещества:

- содержание взвешенных веществ в контрольном створе реки хозяйственно-питьевого назначения не должно увеличиваться больше, чем на $0,25 \text{ мг/дм}^3$ в сравнении с фоновыми концентрациями (см. табл. 1):

$$C_{\text{ДОП}}^{\text{ВЗВ}} = 0,25 \text{ мг/дм}^3;$$

- концентрация взвешенных веществ, допустимая к сбросу, нормируется по допустимому приращению к фоновой концентрации по формуле (14):

$$C_{\text{ДС}}^{\text{ВЗВ}} = n \cdot C_{\text{ДОП}}^{\text{ВЗВ}} + C_{\text{Ф}}^{\text{ВЗВ}} = 10 \cdot 0,25 + 40 = 42,5 \text{ мг/дм}^3;$$

- необходимую степень очистки определяем по формуле (18):

$$\varepsilon_{\text{ВЗВ}} = \frac{C_{\text{ФАКТ}}^{\text{ВЗВ}} - C_{\text{ДС}}^{\text{ВЗВ}}}{C_{\text{ФАКТ}}^{\text{ВЗВ}}} \cdot 100\% = \frac{60 - 42,5}{60} \cdot 100 = 28\%;$$

- норматив допустимого сброса взвешенных веществ в составе отводимых вод в водный объект определяем по формуле (3):

$$ДС_{\text{ВЗВ}} = q \cdot C_{\text{ДС}}^{\text{ВЗВ}} = 72 \cdot 42,5 = 3060 \text{ г/с} = 11016 \text{ кг/ч}.$$

3. Минеральные вещества:

- нормативное содержание минеральных веществ по сухому остатку в воде хозяйственно-питьевого назначения не должно превышать 1000 мг/дм^3 (табл.1):

$$C_{\text{ПДК}}^{\text{МИН}} = 1000 \text{ мг/дм}^3;$$

- расчетная допустимая концентрация минеральных веществ в составе отводимых вод рассчитывается по формуле (7):

$$C_{ДС_{МИН}}^{РАСЧ} = n \cdot (C_{ПДК_{МИН}} - C_{Ф_{МИН}}) + C_{Ф_{МИН}} = 10 \cdot (1000 - 340) + 340 = 6940 \text{ мг/дм}^3;$$

- фактическое содержание минеральных компонентов в сточной воде меньше допустимой концентрации ($1240 < 6940 \text{ мг/дм}^3$). В случае, если фактические концентрации загрязняющих веществ в составе отводимых вод меньше расчетных допустимых концентраций, нормативы допустимых сбросов устанавливаются исходя из фактических концентраций загрязняющих веществ в составе отводимых вод:

$$C_{ДС_{МИН}} = 1240 \text{ мг/дм}^3;$$

- сброс минеральных веществ осуществляется в полном объеме без очистки:

$$Э_{МИН}=0;$$

- норматив допустимого сброса минеральных веществ в составе отводимых вод в водный объект определяем по формуле (3):

$$ДС_{МИН} = q \cdot C_{ДС_{МИН}} = 72 \cdot 1240 = 89280 \text{ г} / \text{с} = 321408 \text{ кг} / \text{ч}.$$

4. Сульфаты:

- нормативное содержание сульфатов в реке хозяйственно-питьевого назначения не должно превышать 500 мг/дм^3 (табл. 1):

$$C_{ДС_{SO_3}} = 500 \text{ мг/дм}^3;$$

- фактическое содержание сульфатов в сточной воде меньше допустимой концентрации ($400 < 500 \text{ мг/дм}^3$), следовательно, сброс сульфатов осуществляется без очистки:

$$Э_{СУЛ}=0;$$

- норматив допустимого сброса сульфатов в составе отводимых вод в водный объект определяем по формуле (3):

$$ДС_{SO_3} = 72 \cdot 400 = 28800 \text{ г} / \text{с} = 103680 \text{ кг} / \text{ч}.$$

5. Вредные вещества:

- определяем для каждого вещества принадлежность к определенному лимитирующему признаку вредности (табл. 2): к группе санитарно-токсикологического ЛПВ относятся: свинец, молибден, мышьяк, а цинк - к общесанитарному ЛПВ;

- необходимую эффективность очистки вредности свинца, молибдена, мышьяка (вещества 2 класса опасности) по санитарно-токсикологическому признаку определяем по формуле (19):

$$Э_{с-м} = \left(1 - \frac{10-1}{10} \cdot \left(\frac{0,003}{0,03} + \frac{0,15}{0,5} + \frac{0,002}{0,05} \right) \right) \cdot 100 = 76,5\% ;$$

- содержание свинца, молибдена и мышьяка в сбрасываемой сточной воде с учетом необходимой эффективности очистки составит:

$$C_{СБР_{Pb}} = 1,15 \cdot (1 - 0,765) = 0,27 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{СБР_{Mo}} = 1,1 \cdot (1 - 0,765) = 0,2585 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{СБР_{As}} = 0,6 \cdot (1 - 0,765) = 0,141 \text{ мг/дм}^3;$$

- в группу общесанитарного лимитирующего признака вредности входит только одно вещество - цинк (3 класс опасности), его концентрацию в сточной воде, разрешенную к сбросу в водоток, определяем по формуле (7):

$$C_{ДС_{Zn}} = n \cdot (C_{ПДК_{Zn}} - C_{Ф_{Zn}}) + C_{Ф_{Zn}} = 10 \cdot (1,0 - 0,87) + 0,87 = 2,17 \text{ мг/дм}^3;$$

- фактическое содержание цинка в сточной воде больше допустимой концентрации ($2,5 > 2,17 \text{ мг/дм}^3$), необходимую степень очистки цинка определяем по формуле (18):

$$\mathcal{E}_{Zn} = \frac{C_{Ф_{АКТ_{Zn}}} - C_{ДС_{Zn}}}{C_{Ф_{АКТ_{Zn}}} \cdot 100\% = \frac{2,5 - 2,17}{2,5} \cdot 100\% = 13,2\%;$$

- по формуле (3) рассчитываем нормативы допустимого сброса вредных веществ в составе отводимых вод в водный объект:

$$C_{СБР_{Pb}} = 72 \cdot 0,27 = 19,44 \text{ г/с} = 69,984 \text{ кг/ч};$$

$$C_{СБР_{Mo}} = 72 \cdot 0,2585 = 18,612 \text{ г/с} = 67 \text{ кг/ч};$$

$$C_{СБР_{As}} = 72 \cdot 0,141 = 10,152 \text{ г/с} = 36,547 \text{ кг/ч};$$

$$C_{ДС_{Zn}} = 72 \cdot 2,17 = 156,24 \text{ г/с} = 562,464 \text{ кг/ч}.$$

Все рассчитанные значения записываем в таблицу 3:

№ п/п	Наименование показателя загрязнения	Концентрация загрязняющих веществ, мг/дм ³			Эф-ть очистки, %	ДС, г/ч
		С _{факт}	С _ф	С _{дс}		
1	Взвешенные вещества	60	40	40,25	28	11016
2	Минеральные вещества по сухому остатку	1240	340	1240	-	321408
3	Сульфаты!	400	40	400	-	103680
4	Свинец	1,15	0,003	0,27	75,6	69,984
5	Молибден	1,1	0,15	0,2585	75,6	67
6	Мышьяк	0,6	0,002	0,141	75,6	36,547
7	Цинк	2,5	0,87	2,17	13,2	562,464

3. ЗАДАНИЕ

Определить необходимую степень очистки и величины нормативов ДС загрязняющих сточные воды веществ в составе отводимых вод в водные объекты, используя исходные данные своего варианта.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения. Санитарные правила и нормы 2.1.2.12-33-2005. - Мн., 2005. - 24 с.

2. Об утверждении инструкции о порядке установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 29 апреля 2008 г. № 43.

3. Водный кодекс Республики Беларусь.

**СЛОЙ ОСАДКОВ И ИНТЕНСИВНОСТИ ДОЖДЯ НА ТЕРРИТОРИИ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

N п/п	Область, пункт	Интенсивность дождя (q_{20}), л/с с 1 га	Средне- голетние осадки, мм	За теплый	За холод-	Суточный мак-		Средне- голетний сток весеннего по- ловодья, мм
				период (жидкие), мм	ный период (твердые), мм	симум осадков за год, мм	мм	
1	Брест	93	605	420	185	86	40	50
2	Барановичи	104	626	432	194	120	42	64
3	Береза	98	634	439	195	86	40	65
4	Ганцевичи	103	665	448	217	143	37	50
5	Дрогичин	95	623	425	198	143	37	50
6	Жабинка	94	589	419	170	143	37	50
7	Иваново	94	650	456	194	143	37	50
8	Ивацевичи	100	625	429	196	63	35	63
9	Каменец	92	576	408	168			50
10	Кобрин	94	610	425	185			50
11	Лунинец	102	626	414	212	64		50
12	Ляховичи	92	626	432	194			66
13	Малорита	65	601	180	421			50
14	Пинск	98	605	419	186	77		50
15	Пружаны	95	611	427	184	91		50
16	Столин	102	627	446	182			59
17	Витебск	96	654	452	202	107	35	100
18	Гомель	96	618	424	194			60
19	Гродно	90	578	392	186	110	38	65
20	Могилев	101	634	417	217	74	33	90
21	Минск	103	683	455	226	74	37	67

**ОСРЕДНЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НЕКОНСЕРВАТИВНОСТИ
ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Температура воды, град. С	0	5	10	15	20	25	30
k_0 , 1/сутки	0,04	0,05	0,063	0,08	0,10	0,126	0,158

**СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СТОКА В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ РОДА ПОВЕРХНОСТИ**

Поверхность	Коэффициент стока
Кровля зданий и сооружений, асфальтобетонные покрытия дорог	0,95
Брусчатые мостовые и черные щебеночные покрытия дорог	0,6
Бульжные мостовые	0,45
Щебеночные покрытия	0,4
Гравийные садово-парковые дорожки	0,3
Грунтовые поверхности (спланированные)	0,2
Газоны	0,1

Учебное издание

Составитель: Головач Анна Петровна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим и лабораторным работам по расчету
нормативов допустимых сбросов химических и
иных веществ в водные объекты
по дисциплинам "Отраслевая экология",
"Основы экологии и экономика природопользования",
"Основы экологии"

*для студентов всех специальностей
дневной и заочной форм обучения*

Ответственный за выпуск: Головач А.П.

Редактор: Строкач Т.В.

Корректор: Никитчик Е.В.

Компьютерная вёрстка: Кармаш Е.Л.

Подписано к печати 30.12.2009 г. Формат 60x84 1/16. Бумага писчая. Усл. п. л. 1,16.
Уч. изд. л. 1,25. Заказ № 1186. Тираж 100 экз. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.