

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Институт повышения квалификации и переподготовки кадров  
Учреждение образования  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

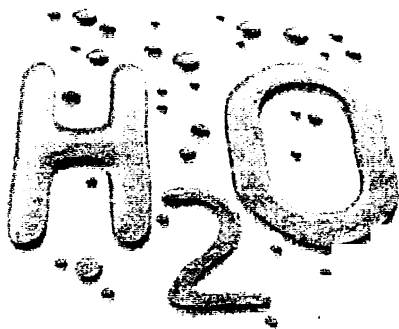
***Кафедра инженерной экологии и химии***

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к практическим работам по установлению  
нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ  
в водные объекты в составе сточных вод**

**по дисциплинам «Технология отдельных производств и  
промышленная экология» и «Технология охраны гидросферы»**

**для слушателей ИПКиПК УО «БрГТУ»  
специальности 1-57 01 71 «Промышленная экология  
и рациональное использование природных ресурсов»**



**Брест 2012**

УДК 504 (476)

Методические указания предназначены для выполнения практических работ по расчету нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты. Содержат рекомендации к установлению нормативов допустимых сбросов и допустимых концентраций 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.

**Составители:** А.П. Головач, доцент;  
Э.А. Тур, к.т.н., доцент.

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

**Цель работы** – изучить методику установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты

### **1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

*Азот общий* – концентрация соединений в воде, определяемая как суммарное содержание азота органических соединений, азота аммонийного, азота нитритного и азота нитратного;

*азот суммарный неорганический* – концентрация соединений азота в воде, определяемая как суммарное содержание азота аммонийного, азота нитритного и азота нитратного;

*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 РФ, в том числе индивидуальный предприниматель, которые используют водные объекты для осуществления хозяйственной или иной деятельности или оказывают воздействие на воды;

*городские сточные воды* – бытовые или смесь бытовых сточных вод с производственными сточными водами и (или) поверхностными сточными водами;

*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;

*коммунальные очистные сооружения* – сооружения, предназначенные для очистки городских сточных вод;

*контролируемые загрязняющие вещества* – загрязняющие вещества в составе сточных вод, отводимых в систему канализации для очистки на очистных сооружениях с выпуском в водный объект, концентрация которых не превышает нормативы качества воды водного объекта – приемника очищенных сточных вод на входе и выходе с очистных сооружений;

*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;

*наилучшие доступные технические методы* – технологические процессы и методы проектирования, строительства и эксплуатации очистных сооружений канализации, которые разработаны настолько, что они могут быть применены для очистки отводимых в водные объекты вод при условии экономической и технической целесообразности для достижения высокого уровня охраны водных объектов от загрязнения;

**нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ** в составе отводимых вод в водные объекты (далее – *нормативы допустимых сбросов*) – 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 общезначимые, 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;

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

*один эквивалент населения (1 ЭН)* – масса органических веществ, выраженных по показателю биохимического потребления кислорода в течение пяти суток (БПК<sub>5</sub>), равная 60 г кислорода в сутки;

*отводимые воды* – сточные, дренажные, карьерные (шахтные, рудничные) воды и поверхностные сточные воды;

*поверхностные сточные воды* – сточные воды, образующиеся при выпадении атмосферных осадков, таянии снега, поливомоечных работах на территориях населенных пунктов, промышленных предприятий, строительных площадок и других объектов;

**предельно допустимые концентрации 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;

*прогнозные концентрации загрязняющих веществ в воде водного объекта* (далее – *прогнозные концентрации*) – расчетные концентрации загрязняющих веществ в воде водного объекта в контрольном створе при отведении сточных вод с временными допустимыми концентрациями загрязняющих веществ и допустимыми концентрациями загрязняющих веществ в составе отводимых в водотоки городских сточных вод и близких к

ним по составу производственных сточных вод по показателю БПК<sub>5</sub>, показателю химического потребления кислорода, взвешенным веществам, аммоний-иону (в пересчете на азот), азоту общему (в пересчете на азот), фосфору общему (в пересчете на фосфор);

*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;

*эквивалент населения (ЭН)* – показатель, отражающий массу органических веществ в составе сточных вод, выраженных по показателю биохимического потребления кислорода в течение пяти суток (БПК<sub>5</sub>), поступающих на сооружения биологической очистки, рассчитываемый исходя из среднего максимального годового значения БПК<sub>5</sub>.

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

2.1. Отведение сточных вод в водные объекты является одним из видов специального водопользования. 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.

2.2. Нормативы допустимых сбросов устанавливаются областными и Минским городским комитетами природных ресурсов и охраны окружающей среды в разрешениях на специальное водопользование.

2.3. 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.

2.4. Процессы, изменяющие характер веществ, поступающих в водные объекты, называют процессами самоочищения. Совокупность разбавления и самоочищения составляют обезвреживающую (ассимилирующую) способность водного объекта.

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

2.6. 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 не далее 500 метров ниже выпуска отводимых вод (рис. 2, б).

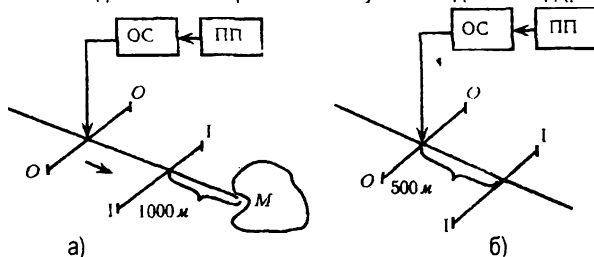


Рисунок 1 – Ситуационная схема для культурно-бытового (а) и рыбохозяйственного водных объектов: 0-0 – нулевой створ; К-К – контрольный створ; ПП – промышленное предприятие; ОС – очистные сооружения; М – населенный пункт

2.7. 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.

2.8. 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.

2.9. 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.

2.10. 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.

2.11. В случае сброса загрязняющих веществ в составе отводимых вод в водный объект в границе населенного пункта допустимые концентрации загрязняющих веществ отводимых вод, принимаемые для расчета нормативов допустимых сбросов, не должны превышать нормативы качества воды культурно-бытового водного объекта, если для этого водного объекта не применяются более жесткие нормативы качества воды.

2.12. В случае отведения в водные объекты сточных вод, образующихся после использования воды на охлаждение оборудования, нормативы допустимых сбросов уста-

навливаются 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).

2.13. 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.

При этом, независимо от фоновой концентрации и запаса ассимилирующей способности водного объекта, допустимые концентрации загрязняющих веществ в составе отводимых в водотоки городских сточных вод и близких к ним по составу производственных сточных вод по показателю биохимического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>), показателю химического потребления кислорода (ХПК), взвешенным веществам, аммоний-иону (в пересчете на азот), азоту общему (в пересчете на азот), фосфору общему (в пересчете на фосфор), устанавливаются исходя из показателей степени удаления загрязняющих веществ из сточных вод в процессе биологической очистки согласно приложению 5.

2.14. Нормативы допустимых сбросов химических и иных веществ в составе бытовых, городских и близких к ним по составу производственных сточных вод, поступающих на сооружения биологической очистки сточных вод, с показателями и концентрациями, не превышающими нормативы качества воды водного объекта, являющегося приемником очищенных сточных вод, не устанавливаются. Указанные вещества включаются в перечень контролируемых (подлежащих аналитическому (лабораторному) контролю) веществ в составе поступающих на биологическую очистку сточных вод (на входе в очистные сооружения) и очищенных сточных вод (на выходе из очистных сооружений).

2.15. Перечень нормируемых и контролируемых химических и иных веществ в составе сточных вод, поступающих на очистные сооружения и отводимых в водные объекты очищенных сточных вод, устанавливается в разрешении на специальное водопользование исходя из перечня химических и иных веществ, используемых, образующихся в процессе хозяйственной деятельности водопользователей.

Рекомендуемый к нормированию перечень загрязняющих веществ в составе сточных вод, отводимых в водные объекты, приведен в приложении 6.

2.16. 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.

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

2.18. 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.

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

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

2.21. В случае, если фактические концентрации загрязняющих веществ в составе отводимых вод превышаемые в соответствии с пунктом 2.13, то на период выполнения водопользователем мероприятий по снижению сброса загрязняющих веществ в составе отводимых вод с целью достижения расчетных нормативов допустимых сбросов областные и Минский городской комитеты природных ресурсов и охраны окружающей среды могут устанавливать временные нормативы допустимых сбросов.

2.22. Временные нормативы допустимых сбросов устанавливаются на основании предоставленного водопользователем обоснования временных допустимых концентраций загрязняющих веществ, которое должно содержать: перечень причин, по которым фактические концентрации загрязняющих веществ превышают допустимые концентрации и перечень мероприятий, которые необходимо выполнить для достижения нормативов допустимых сбросов.

2.23. К обоснованию прилагается план мероприятий по достижению нормативов допустимых сбросов с указанием срока выполнения каждого мероприятия, его стоимости, источника финансирования, утвержденный руководителем организации, на балансе которой находятся сооружения по очистке сточных вод, или руководителем местного исполнительного органа, если очистные сооружения находятся в коммунальной собственности местного исполнительного органа. Планом мероприятий определяются целевые показатели по достижению нормативов допустимых сбросов на каждом этапе выполнения запланированных мероприятий.

2.24. Для существующих выпусков отводимых вод в водные объекты расчеты нормативов допустимых сбросов, материалы по обоснованию временных нормативов допустимых сбросов, в том числе проектные и (или) расчетные данные технологической возможности действующего комплекса очистных сооружений, расчеты прогнозных концентраций загрязняющих веществ в воде водных объектов в контрольном створе предоставляются водопользователями в ходатайствах на выдачу разрешения на специальное водопользование.

2.25. Для выпусков отводимых вод в водные объекты от проектируемых или реконструируемых объектов расчеты нормативов допустимых сбросов и прогнозных концентраций включаются в состав проектов на их строительство или реконструкцию, представляемых на государственную экспертизу, в том числе на государственную экологическую экспертизу по объектам, подлежащим государственной экологической экспертизе.

### 3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ И ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СОСТАВЕ ОТВОДИМЫХ ВОД В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

3.1. Исходными данными для расчета нормативов допустимых сбросов и временных нормативов допустимых сбросов являются:

характеристика водного объекта в районе выпуска отводимых вод (виды водопользования, нормативы качества воды водного объекта, фоновые или природные (для озер)



концентрации нормированных загрязняющих веществ в воде водного объекта, гидрометрические и гидрологические характеристики водотока в контрольном створе);

характеристика отводимых вод (расход, объем, показатели качества и концентрации загрязняющих веществ в отводимых водах, режим водоотведения);

характеристика отводимых вод вторичных водопользователей (абонентов) в систему коммунальной канализации, в том числе дождевой (расходы, объемы, режим водоотведения, показатели качества и концентрации загрязняющих веществ);

характеристика действующих очистных сооружений (состав сооружений по проекту и фактически действующих, их техническое состояние; численность обслуживающего персонала по проекту и фактически; организация производственного контроля за работой очистных сооружений, в том числе проведение лабораторных испытаний, по проекту и фактически; показатели качества и концентрации загрязняющих веществ отводимых вод на входе на очистные сооружения, после механического звена, после биологического звена, после сооружений доочистки сточных вод по проекту и фактически);

показатели качества и концентрации загрязняющих веществ исходной (свежей) воды, используемой водопользователем в системе водоснабжения;

техничко-экономические показатели реализованных и планируемых водопользователем водоохраных мероприятий.

3.2. При расчете нормативов допустимых сбросов и временных нормативов допустимых сбросов расходы и объемы отводимых вод принимаются по данным первичного учета водопользователя, значения показателей качества и концентраций загрязняющих веществ в составе отводимых вод – по данным результатов испытаний проб отводимых вод (средневзвешенные значения показателей за предыдущие 5 лет), выполненных лабораториями, аккредитованными в Системе аккредитации Республики Беларусь и состоящими на учете в Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, по аттестованным методикам, допущенным к применению в области охраны окружающей среды.

3.3. Для определения кратности разбавления отводимых вод, исключая поверхностный сток, с водой водотока в контрольном створе расход воды на незарегулированных водотоках принимается равным минимальному среднемесячному расходу года 95% обеспеченности, на зарегулированных водотоках – равным установленному гарантированному расходу ниже плотины (санитарному попуску) с учетом исключения возможных обратных течений в нижнем бьефе.

Для определения кратности разбавления поверхностного стока с водой водотока в контрольном створе для теплого периода года принимается минимальный среднемесячный расход летне-осенней межени (май–октябрь) года 50% обеспеченности, для холодного времени года – среднесезонный расход за период снеготаяния (февраль–апрель).

3.4. 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.

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

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

$$ДС_i = q \cdot C_{ДС_i}, \quad (1)$$

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 (рассчитывается по формуле 5), 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  $C_{АН_i}$  отводимого поверхностного стока.

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

$$ДС_{П_i} = C_{ДС_i}^D \cdot W_D + C_{ДС_i}^T \cdot W_T, \quad (2)$$

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

$W_D$  – объем отводимых вод за теплый период года (рассчитывается по формуле 3), метров кубических;

$W_T$  – объем отводимых вод за холодный период года (рассчитывается по формуле 4), метров кубических;

$C_{ДС_i}^D, C_{ДС_i}^T$  – допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества (рассчитывается по формуле 5), миллиграммов в дециметре кубическом.

4.3. Объем отводимых вод за теплый период года рассчитывается по формуле

$$W_D = 10 \cdot h_D \cdot k_D \cdot F, \quad (3)$$

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

$h_D$  – среднегодовое количество 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 2.

4.4. Объем отводимых вод за холодный период года рассчитывается по формуле

$$W_T = 10 \cdot h_T \cdot k_T \cdot F, \quad (4)$$

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

$h_T$  – среднегодовой 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.

4.5. В случаях, если фоновая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества в водном объекте превышает предельно допустимую концентрацию или сброс  $i$ -го загрязняющего вещества производится в составе вод, отводимых в водоем или в границе населенного пункта, то допустимая концентрация определяется в соответствии с пунктами 2.7 и 2.9.

4.6. Допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества без учета неконсервативности загрязняющего вещества рассчитывается по формуле

$$C_{дс_i} = n \cdot \left( 0,8 \cdot C_{пдк_i} - C_{\phi_i} \right) + C_{пдк_i}, \quad (5)$$

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

$C_{пдк_i}$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го вещества в воде водотока, миллиграммов в дециметре кубическом;

$C_{\phi_i}$  – 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.

4.6. Прогнозная концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества без учета неконсервативности загрязняющего вещества рассчитывается по формуле

$$C_{пкс_i} = \frac{q \cdot C_{вдк_i} + k_{см} \cdot Q \cdot C_{\phi_i}}{q + k_{см} \cdot Q}, \quad (6)$$

где  $C_{пкс_i}$  – прогнозная концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества, миллиграммов в кубическом дециметре;

$Q$  – среднемесячный (минимальный) расход воды в водотоке 95% обеспеченности, кубических метров в секунду;

$q$  – расход отводимых вод, кубических метров в секунду;

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

$C_{вдк_i}$  – временная допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества, миллиграммов в кубическом дециметре;

$C_{\phi_i}$  – фоновая концентрация  $i$ -го вещества в воде водотока выше выпуска отводимых вод, миллиграммов в кубическом дециметре.

Прогнозная концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества в случае установления допустимой концентрации  $i$ -го загрязняющего вещества в соответствии с пунктом 2.13 рассчитывается по формуле (6), где  $C_{вдк_i}$  принимается равной допустимой концентрации  $i$ -го

загрязняющего вещества, установленной в соответствии с пунктом 2.13.

4.7. Расход поверхностного стока в теплый период года рассчитывается по формуле

$$q_{д} = \frac{2,8 \cdot 10^{-3} \cdot h_{дсм} \cdot F \cdot k_{д}}{T + t}, \quad (7)$$

где  $q_{д}$  – 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;

$k_{д}$  – коэффициент стока дождевых вод, равный средневзвешенной величине для всей площади водосбора с учетом средних значений коэффициентов стока для различного рода поверхности согласно приложению 2.

4.8. Расход поверхностного стока в период снеготаяния рассчитывается по формуле

$$q_{т} = \frac{2,8 \cdot 10^{-3} \cdot h_{вп} \cdot F \cdot k_{т}}{T}, \quad (8)$$

где  $q_{т}$  – расход поверхностного стока в период снеготаяния, кубических метров в секунду;

$h_{вп}$  – среднесуточный сток весеннего половодья, миллиметров, согласно прил. 1;

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

$F$  – площадь водосбора, гектаров;

$k_{т}$  – коэффициент стока талых вод, принимаемый для расчета равным 0,6.

4.9. Допустимая концентрация органических веществ, выраженных по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК<sub>5</sub>, рассчитывается с учетом неконсервативности загрязняющего вещества по формуле

$$L_{дс} = n \cdot \left( L_{гдк} \cdot e^{k_0 t} - L_{\phi} \right) + L_{\phi}, \quad (9)$$

где  $L_{дс}$  – допустимая концентрация органических веществ, выраженная по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК<sub>5</sub>, миллиграммов кислорода в кубическом дециметре;

$L_{гдк}$  – норматив предельно допустимой концентрации органических веществ, выраженный по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК<sub>5</sub>, воды водотока, миллиграммов кислорода в кубическом дециметре;

$n$  – кратность разбавления отводимых вод в водотоке;

$L_{\phi}$  – фоновая концентрация органических веществ, выраженная по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК<sub>5</sub>, 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 БПК<sub>5</sub>, в водотоке и концентрация БПК<sub>5</sub> отводимых вод, зависящего от температуры смеси отводимых вод и водотока, 1/сутки, принимается согласно приложению 3;

$t$  – время протекания отводимых вод от места выпуска до контрольного створа, суток, рассчитываемое согласно пункту 4.10.

4.10. Время протекания отводимых вод от выпуска отводимых вод в водные объекты до контрольного створа рассчитывается по формуле:

$$t = \frac{L}{v_p}, \quad (10)$$

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

$v_p$  – скорость течения воды в водотоке, метров в секунду.

4.11. Допустимая концентрация органических веществ, выраженных по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК<sub>5</sub>, в отводимых водах с учетом обеспечения в контрольном створе норматива качества воды в водотоке по содержанию растворенного кислорода рассчитывается по формуле

$$L_{ов} = \frac{k_{см} \cdot Q}{0,6 \cdot q} (O_{\phi} - 0,6L_{\phi} - O_{доп}) - \frac{O_{доп}}{0,6}, \quad (11)$$

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

$O_{\phi}$  – 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);

0,6 – коэффициент для пересчета пятисуточного 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;

$L_{\phi}$  – фоновая концентрация органических веществ, выраженная по показателю биохимического потребления кислорода в течение 5 суток БПК<sub>5</sub>, воды водотока, миллиграммов кислорода в кубическом дециметре.

4.12. Максимальная допустимая температура отводимых вод в водоток рассчитывается по формуле

$$T_{ов} = \left( \frac{k_{см} \cdot Q}{q} + 1 \right) \cdot T_{доп} + T_{\phi}, \quad (12)$$

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

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

$T_{\phi}$  – максимальная температура воды водотока в фоновом створе, градусов Цельсия;

$Q$  – 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, рассчитываемый в соответствии с пунктом.

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

$$C_{дс_i} = C_{доп_i} \cdot \left( \frac{k_{см} \cdot Q}{q} + 1 \right) + C_{\phi}, \quad (13)$$

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;

$C_{\phi}$  – фоновая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества в воде водотока, миллиграммов в кубическом дециметре;

$Q$  – 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, рассчитываемый в соответствии с пунктом.

4.14. Кратность разбавления отводимых вод в воде водотока определяется по формуле

$$n = \frac{q + k_{см} \cdot Q}{q}, \quad (14)$$

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.

4.15. Расчет кратности разбавления применяется в случае соблюдения неравенства

$$0,0025 \leq \frac{q}{Q} \leq 0,1, \quad (15)$$

где  $q$  – расход отводимых вод, кубических метров в секунду;

$Q$  – расход водотока, кубических метров в секунду.

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

4.17. 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.

4.18. Коэффициент смешения, показывающий, какая часть речного расхода водотока смешивается с отводимыми водами в максимально загрязненной струе контрольного створа, рассчитывается по формуле

$$k_{см} = \frac{1 - e^{-k_{rv} \sqrt[3]{L}}}{1 + \left( \frac{Q}{q} \right) e^{-k_{rv} \sqrt[3]{L}}}, \quad (16)$$

где  $k_{CM}$  – коэффициент смешения отводимых вод с водой водотока;

$L$  – расстояние от выпуска отводимых вод до контрольного створа по фарватеру водотока, метров;

$k_{ГУ}$  – коэффициент, учитывающий гидравлические условия в водотоке, рассчитываемый в соответствии с пунктом 4.19;

$q$  – расход отводимых вод, кубических метров в секунду;

$Q$  – расход водотока, кубических метров в секунду.

4.19. Коэффициент, учитывающий гидравлические условия в водотоке, рассчитывается по формуле

$$k_{ГУ} = k_{изв} \cdot k_{вып} \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}}, \quad (17)$$

где  $k_{ГУ}$  – коэффициент, учитывающий гидравлические условия в водотоке;

$k_{изв}$  – коэффициент извилистости (отношение расстояния от места выпуска отводимых вод в водоток до контрольного створа по фарватеру водотока к расстоянию по прямой);

$k_{вып}$  – коэффициент, зависящий от выпуска сточных вод (при выпуске у берега  $k_{вып} = 1$ , при выпуске в стрежень реки  $k_{вып} = 1,5$ );

$D$  – коэффициент турбулентной диффузии, квадратных метров в секунду, рассчитываемый в соответствии с пунктом 4.20;

$q$  – расход отводимых вод, кубических метров в секунду.

4.20. Коэффициент турбулентной диффузии рассчитывается по формуле

$$D = \frac{g \cdot v \cdot H}{37 \cdot n_{ш} \cdot c^2}, \quad (18)$$

где  $D$  – коэффициент турбулентной диффузии, квадратных метров в секунду;

$g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81$  метра на секунду;

$v$  – средняя скорость течения водотока, метров в секунду;

$n_{ш}$  – коэффициент шероховатости ложа водотока, определяемый согласно прил. 4;

$c$  – коэффициент Шези, метров в степени  $1/2$  в секунду, рассчитываемый в соответствии с пунктом 4.21;

$H$  – средняя глубина водотока, метров.

4.21. Коэффициент Шези, определяемый при глубине водотока, равной 5 метрам или менее, рассчитывается по формуле

$$c = \frac{R^{2,5} \sqrt{n_{ш}^{-0,13} - 0,17} \sqrt{R} (\sqrt{n_{ш} - 0,1})}{n_{ш}}, \quad (19)$$

где  $c$  – коэффициент Шези, метров в степени  $1/2$  в секунду;

$R$  – гидравлический радиус потока, метров, принимаемый равным глубине водотока;

$n_{ш}$  – коэффициент шероховатости ложа водотока.

4.22. Коэффициент турбулентной диффузии для равнинных рек можно определять по формуле

$$D = \frac{v \cdot H}{200}, \quad (20)$$

где  $v$  – средняя скорость течения водотока, метров в секунду;

$H$  – средняя глубина водотока, метров.

#### 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.

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.



Нормируемые значения устанавливаются для следующих параметров воды: водных объектов: *содержание плавающих примесей, содержание взвешенных веществ, запаха, привкус, окраска, температура воды, значение pH, состав и концентрации минеральных примесей, концентрация растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода (БПК), концентрации и состав ядовитых и вредных веществ, содержание болезнетворных микроорганизмов.*

Состав и свойства воды водоема или водотока в пунктах водопользования должны соответствовать установленным гигиеническим нормативам качества (таблицы 1, 2, 3).

Таблица 4.1 – Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования [2]

Определяемые показатели	Категории водопользования	
	Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
Взвешенные вещества	При сбросе сточных вод, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольной створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на	
	0,25 мг/дм <sup>3</sup>	0,75 мг/дм <sup>3</sup>
	Для водных объектов, содержащих в межень более 30 мг/дм <sup>3</sup> 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	
Плавающие примеси	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление других примесей	
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике	
	20 см	10 см
Запахи	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов:	
	обнаруживаемые непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно
Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3°С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
pH	Не должен выходить за пределы 6,5 - 8,5	
Минерализация воды	Не более 1000 мг/дм <sup>3</sup> , в т.ч.: хлоридов – 350 мг/дм <sup>3</sup> ; сульфатов – 500 мг/дм <sup>3</sup>	
Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/дм <sup>3</sup> в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня	
Биохимическое потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> )	Не должно превышать при температуре 20°С:	
	2 мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	4 мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость), ХПК	Не должно превышать:	
	15 мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	30 мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
Химические вещества	Не должны содержаться в воде водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ	

Таблица 4.2 – Показатели качества воды рыбохозяйственных водных объектов [5]

Наименование показателей	Водоемы, а также водотоки, используемые для сохранения и воспроизводства видов рыб отрядов лососеобразных, осетрообразных	Водотоки, используемые для сохранения и воспроизводства видов рыб других отрядов
<b>Общезифические:</b>		
взвешенные вещества	При сбросе сточных вод, производстве работ на водном объекте и в прибрежной полосе содержание взвешенных веществ в контрольном створе не должно увеличиваться по сравнению с фоновым створом более чем на:	
	0,25 мг/куб.дм	0,75 мг/куб.дм
	Для водотоков, содержащих в межень более 30,0 мг/куб.дм природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5%	
Плавающие примеси	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопления других примесей	
окраска	Вода не должна приобретать посторонней окраски	
запахи, привкусы	Вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу рыбы	
температура	Температура воды не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водного объекта более чем на 5°С с общим повышением температуры не более чем до:	
	20°С летом и 5°С зимой	28°С летом и 8°С зимой
	В местах нерестилищ налима запрещается повышать температуру воды зимой более чем на 2°С	
<b>Химические показатели:</b>		
водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5 - 8,5	
минерализация воды	Не более 1000 мг/куб.дм	
растворенный кислород	В зимний (подледный) период должен быть не менее:	
	6 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	4 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
	В летний период (открытый) должен быть не менее:	
	8 О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	6 О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
биохимическое потребление кислорода БПК <sub>5</sub>	Не более:	
	3 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	6 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
химические вещества	Не должны содержаться в воде рыбохозяйственных водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК	

Таблица 4.3 – ПДК вредных веществ в воде хозяйственно-питьевых, культурно-бытовых и рыбохозяйственных водных объектов [3, 5]

№ п/п	Наименование вещества	Класс опасности	Хозяйственно-питьевые и культурно-бытовые водные объекты		Рыбохозяйственные водные объекты	
			ЛПВ*	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	ЛПВ*	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>
	2	3	4	5	6	7
1.	Азот аммонийный	3	с.-т.	2,0	токс.	0,39
2.	Азот нитратный	3	с.-т.	45	токс.	9,03
3.	Азот нитритный	2	с.-т.	3,3	токс.	0,024
4.	Азот общий	3	с.-т.		токс.	5,0
5.	Алюминий	2	с.-т.	0,5	токс.	0,04
6.	Железо общее	3	орг.	0,3	токс.	Ф*+0,01
7.	Кадмий	2	с.-т.	0,001	токс.	0,005
8.	Кобальт	2	с.-т.	0,1	токс.	0,01

№ п/п	Наименование вещества	Класс опасности	Хозяйственно-питьевые и культурно-бытовые водные объекты		Рыбохозяйственные водные объекты	
			ЛПВ*	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	ЛПВ*	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>
9.	Медь	3	орг.	1,0	токс.	Ф*+0,001
10.	Нефтепродукты	4	орг.	0,1	р/х	0,05
11.	Никель	3	с.-т.	0,1	токс.	0,01
12.	Свинец	2	с.-т.	0,03	токс.	0,1
13.	СПАВ (анион.)				токс.	0,1
14.	Сульфаты	4	орг.	500	с.-т.	100
15.	Сульфиды	3	общ.	отсутствие	токс.	0,0004
16.	Сульфиты				токс.	1,9
17.	Фенол	4	орг.	0,001	р/х	0,001
18.	Формальдегид	2	с.-т.	0,05	сан.	0,01
19.	Фосфор фосфатный				сан.	0,066
20.	Фосфор общий				токс.	0,2
21.	Фториды	2	с.-т.	0,7	токс.	Ф*+0,05
22.	Хлориды	4	орг.	350	с.-т.	300
23.	Хром общий	3	с.-т.		токс.	0,005
24.	Хром 3+	3	с.-т.	0,5	токс.	0,005
25.	Хром 6+	3	с.-т.	0,05	с.-т.	0,001
26.	Цианиды	2	с.-т.	0,05	токс.	0,035
27.	Цинк	3	общ.	1	р/х	Ф*+0,01
28.	Алюминий	2	с.-т.	0,5	токс.	0,04
29.	Аммиак (по азоту)	3	с.-т.	2,0	токс.	0,05
30.	Ацетон	3	общ.	2,2	токс.	0,05
31.	Бензол	2	с.-т.	0,5	токс.	0,5
32.	Бром	2	с.-т.	0,2	токс.	1,344
33.	Бутилацетат	4	общ.	0,1	с.-т.	0,3
34.	Бутилбензол	3	орг., зап.	0,1	токс.	0,01
35.	Ванадий	3	с.-т.	0,1	токс.	0,001
36.	Вольфрам	2	с.-т.	0,05	токс.	0,0008
37.	Глицерин	4	общ.	0,5	с.-т.	1,0
38.	Диметиламин	2	с.-т.	0,1	токс.	0,005
39.	Диэтиламин	3	с.-т.	2,0	токс.	0,01
40.	Дихлорметан	3	орг.	7,5	токс.	1,0
41.	Изобутилен	3	орг.	0,5	токс.	0,025
42.	Марганец	3	орг., окр.	0,1	токс.	Ф*+0,01
43.	Молибден	2	с.-т.	0,5	токс.	0,0012
44.	Мышьяк	2	с.-т.	0,05	токс.	0,05
45.	Натрий	2	с.-т.	200	с.-т.	120
46.	Никель	3	с.-т.	0,1	токс.	0,01
47.	Стирол	3	орг.	0,1	орг.	0,1
48.	Толуол	4	орг.	0,5	орг.	0,5
49.	Фосфат кальция	4	общ.	3,5	общ.	0,066
50.	Цинк	3	общ.	1,0	токс.	0,01
51.	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.

Ф – природное фоновое содержание металлов в воде рыбохозяйственных водных объектов (табл. 4.1).

Таблица 4.4. – Природное фоновое содержание металлов в воде рыбохозяйственных водных объектов [5]

Наименование металла	Природное фоновое содержание металлов в воде рыбохозяйственных водных объектов в бассейнах рек, мг/дм <sup>3</sup>				
	Днепр	Западная Двина	Западный Буг	Неман	Припять
Железо общее	0,380	0,510	0,240	0,400	0,370
Марганец	0,015	0,044	0,040	0,062	0,013
Медь	0,004	0,004	0,003	0,005	0,003
Цинк	0,016	0,016	0,006	0,012	0,017

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

### Пример расчета

Для коммунальных очистных сооружений, рассчитанных на эквивалент населения 5000 человек, требуется определить нормативы допустимых концентраций и допустимых сбросов загрязняющих веществ в составе сточных вод на выходе с очистных сооружений биологической очистки. На очистные сооружения предприятия поступают хозяйственно-бытовые сточные воды от жилого фонда и объектов социальной сферы, а также производственные сточные воды предприятия стройиндустрии.

Выпуск сточных вод осуществляется в р. Веревовка на расстоянии 7 км от устья реки. Река является рыбохозяйственным водным объектом.

Исходные данные об условиях водоотведения, параметрах выпуска сточных вод и гидрологических характеристиках водотока-приемника сточных вод приведены в таблицах 5.1 и 5.2.

Таблица 5.1. – Характеристика сточных вод на входе и выходе с очистных сооружений

Показатель загрязнения	Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих на очистку		Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах на выходе с очистных сооружений		Концентрация загрязняющих веществ фоновая в реке
	средняя	максимальная	средняя	максимальная	
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	72,51	248,6	11,33	38,0	6,6
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	512,5	880,5	593*	715	0,03
Азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	27,23	90,7	1,29	3,68	0,18
Азот нитритный, мг/дм <sup>3</sup>	0,159	0,506	0,461*	1,41	0,011
Азот нитратный, мг/дм <sup>3</sup>	1,132	1,7	15,32*	27,5	2,2
Фосфор фосфатный, мг/дм <sup>3</sup>	2,69	4,95	2,50	4,46	4,46
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	121,1	140	6,26	12,35	1,7
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	46,17	48,5	43,65	46,5	15,2
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	40,56	48,5	31,71	45,8	33
СПАВ, мг/дм <sup>3</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,646	1,75	0,238	0,61	0,03
ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	203,7	213,4	23,08	29,6	6,6
Нефтепродукты, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	0,265	0,212	0,121	0,21	0,03
Азот общий, мг/дм <sup>3</sup>	59,6	-	-	-	-

\* - отмечены среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах на выходе с очистных сооружений, превышающие среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих на очистку

Таблица 5.2. – Характеристика водотока – приемника сточных вод

Параметры для расчета	Значения
Выпуск сточных вод в поверхностный водный объект	р. Вередовка
Расход реки (мин. мес. 95 % обеспеч.), м³/с	0,20
Расход сточных вод, м³/с	0,018
Средняя скорость течения, м/с	0,2
Средняя глубина, м	0,5
Коэффициент извилистости	1,1
Место отведения сточных вод – у берега	1,0

Установление нормативов допустимых концентраций и допустимых сбросов осуществляется в несколько этапов.

1 этап. Определяется категория сточных вод и перечень нормируемых загрязняющих веществ согласно приложению 6.

Для предприятия определен следующий перечень веществ для нормирования: БПК<sub>5</sub>, ХПК, взвешенные вещества, аммоний – ион, азот общий, фосфор общий, хлориды, сульфаты, сухой остаток, СПАВ (анион.) и нефтепродукты.

2 этап. Устанавливаются допустимые концентрации по БПК<sub>5</sub>, ХПК, взвешенным веществам, азоту аммонийному, азоту общему и фосфору общему согласно разделу 4 (приложение 5) и сводятся в таблицу (таблица 5.3).

Таблица 5.3. – Допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах

Масса органических веществ в составе сточных вод, поступающих на очистные сооружения, кг/сут	ХПК, мг/дм³	БПК <sub>5</sub> , мг/дм³	Взвешенные вещества, мг/дм³	Азот аммонийный, мг/дм³	Азот общий, мг/дм³	Фосфор общий, мг/дм³
от 2001 до 10000 ЕН	120	25	30	15	не нормируется	не нормируется

3 этап. Устанавливаются допустимые концентрации по хлоридам, сульфатам, сухому остатку, СПАВ (анион.) и нефтепродуктам согласно разделу 4.

Рассчитывается кратность разбавления сточных вод речной. Так как соблюдается равенство (15)

$$0,0025 \leq \frac{0,018}{0,2} = 0,09 \leq 0,1,$$

то коэффициент смешения определяется по формуле (20), с учетом (17) и (16):

$$D = \frac{v \cdot H}{200} = \frac{0,2 \cdot 0,5}{200} = 0,0005$$

$$k_{ry} = k_{изв} \cdot k_{вып} \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}} = 1,1 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0005}{0,018}} = 0,33$$

$$k_{см} = \frac{1 - e^{-k_{ry} \sqrt[3]{L}}}{1 + \left(\frac{Q}{q}\right) e^{-k_{ry} \sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-0,33 \sqrt[3]{500}}}{1 + \left(\frac{0,2}{0,018}\right) e^{-0,33 \sqrt[3]{500}}} = 0,513$$

По формуле 14 определяем кратность разбавления ( $n$ ) сточных вод речной до контрольного створа

$$n = \frac{q + k_{см} \cdot Q}{q} = \frac{0,018 + 0,513 \cdot 0,2}{0,018} = 6,7.$$

#### Определение условий выпуска сточных вод по нефтепродуктам

Расчетная допустимая концентрация в очищенных сточных водах согласно формуле (5) будет равна:

$$C_{дс_i} = n \cdot \left( 0,8 \cdot C_{пдк_i} - C_{\phi_i} \right) + C_{пдк_i} = 6,7 \cdot (0,8 \cdot 0,05 - 0,03) + 0,05 = 0,117 \text{ мг/дм}^3.$$

Допустимая концентрация принимается равной 0,117 мг/дм<sup>3</sup>. Данный норматив не приведет к ухудшению качества воды р. Вередовка в контрольном створе водопользования, однако он не приемлем в сложившихся условиях водопользования, поскольку на выходе с очистных сооружений предприятия фиксируются концентрации нефтепродуктов на уровне от 0,121 до 0,21 мг/дм<sup>3</sup>. Следовательно, предприятию необходимо установить временную допустимую концентрацию нефтепродуктов на уровне фактической.

#### Определение условий выпуска сточных вод по СПАВ (анион.)

Расчетная допустимая концентрация в очищенных сточных водах согласно формуле (5) будет равна:

$$C_{дс_i} = n \cdot \left( 0,8 \cdot C_{пдк_i} - C_{\phi_i} \right) + C_{пдк_i} = 6,7 \cdot (0,8 \cdot 0,1 - 0,03) + 0,1 = 0,435 \text{ мг/дм}^3$$

Допустимая концентрация принимается равной 0,435 мг/дм<sup>3</sup>.

При отведении сточных вод с такими концентрациями СПАВ в створе, расположенном на 500 м ниже выпуска, их содержание за счет разбавления речной водой будет снижаться до уровня ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения. Однако концентрации СПАВ в очищенных сточных водах изменяются от 0,03 до 0,61 мг/дм<sup>3</sup>. Следовательно, предприятию необходимо установить временную допустимую концентрацию СПАВ на уровне фактической концентрации.

#### Определение условий выпуска сточных вод по сухому остатку (минерализации), сульфатам и хлоридам

Для водных объектов рыбохозяйственного водопользования предельно допустимая концентрация растворенных солей равна 1000 мг/дм<sup>3</sup>, в том числе хлоридов – 300 мг/дм<sup>3</sup> и сульфатов – 100 мг/дм<sup>3</sup>. Поскольку концентрации этих элементов в сточных водах на выходе с очистных сооружений меньше предельно допустимых концентраций для водного объекта рыбохозяйственного назначения, данные вещества согласно п. 2.14 исключаются из состава нормируемых и переходят в разряд контролируемых.

4 этап. Расчет нормативов допустимого сброса загрязняющих вещества в составе отводимых вод в водный объект по формуле (1).

5 этап. Оформление сводной таблицы по расчету нормативов ДС.

Таблица 5.4 – Нормативы допустимых сбросов и концентраций загрязняющих веществ в составе сточных вод предприятия

Наименование загрязняющего вещества	Концентрация, г/м <sup>3</sup>				допустимая	НДС, кг/час
	в сточных водах на выходе ОС (max)	фооновая в реке	ПДК рыб.хоз.	расчётная		
ХПК	29,6	7,3	30*	-	120	7,78
БПК <sub>5</sub>	12,35	1,7	6,0	-	25	1,62
Взвешенные вещества	38,0	6,6	+0,25	-	30	1,94
Азот аммонийный	3,68	0,18	0,39	-	15	0,972
Азот нитритный	1,41	0,011	0,024	0,08		
Азот нитратный	27,5	2,2	9,03	42,69		
Азот общий	-	-	5,0	-	не нормируется, контроль показателя	-
Фосфор общий	-	-	0,2	-	не нормируется, контроль показателя	-
Фосфор фосфатный**	4,46	0,033	0,066	0,199		
Сульфаты	45,8	33	100	-	не нормируется, контроль показателя	-
Хлориды	46,5	15,2	300	-	не нормируется, контроль показателя	-
Сухой остаток	715	420	1000	-	не нормируется, контроль показателя	-
Нефтепродукты	0,208	0,03	0,05	0,12	0,21 (временная допустимая)	-
СПАВ	0,91	0,03	0,1	0,34	0,61 (временная допустимая)	-

\* - по ХПК приведена ПДК для водоёмов культурно-бытового водопользования  
 \*\* - нормируется при отсутствии данных по фосфору общему

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Водный кодекс Республики Беларусь от 15 июля 1998 г. № 191-3.
2. Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения: Санитарные правила и нормы 2.1.2.12-33-2005. – Мн., 2005. – 24 с.
3. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: ГН 2.1.5.10-21-2003.
4. Санитарные правила для систем водоотведения населенных пунктов: Санитарные правила и нормы 2.1.2.12-43-2005. Постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 16 декабря 2005 г. №277.
5. О некоторых вопросах нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ и Министерства здравоохранения РБ от 8 мая 2007 г. № 43/42.
6. Об утверждении положения по вопросам выдачи разрешений на специальное водопользование и предоставление водных объектов в обособленное водопользование: Постановление Совета Министров РБ от 7 мая 1999 г. № 669 (в редакции постановления Совета Министров Республики от 4 мая 2010 г. № 667).

Приложение 1

Слой осадков и интенсивности дождя на территории Республики Беларусь

N п/п	Область, пункт	Интенсивность дождя ( $q_{20}$ ), л/с с 1 га	Средне-многолетние осадки, мм	За теплый период (жидкие), мм	За холодный период (твердые), мм	Суточный максимум осадков за год, мм		Средне-годовой сток весеннего половодья, мм
						наибольший из максимальных	средний из максимальных	
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

Приложение 2

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

Приложение 3

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



Коэффициенты шероховатости ложа водотока

Характеристика русла	Коэффициенты шероховатости естественных водотоков, $n_{ш}$
Естественное русло в благоприятных условиях (чистое, прямое, земляное, со свободным течением)	0,025 - 0,033
То же с камнями	0,03 - 0,04
Периодические потоки при хорошем состоянии поверхности и формы ложа	0,033
Земляные русла сухих логов в относительно благоприятных условиях	0,04
Русла периодических потоков, несущие во время паводка заметное количество наносов, с крупногалечниковым или покрытым растительностью ложем, периодические водотоки, сильно засоренные и извилистые	0,05
Чистое извилистое ложе с небольшим числом промоин и отмелей	0,033 - 0,045
То же, но слегка заросшее и с камнями	0,035 - 0,05
Заросшие участки рек с очень медленным течением и глубокими промоинами	0,05 - 0,08
Заросшие участки рек болотного типа	0,075 - 0,15
Поймы больших и средних рек, сравнительно разработанные и открытые растительностью	0,05
Значительно заросшие поймы со слабым течением и большими глубокими промоинами	0,08
То же с неправильным косоструйным течением и большими заводьями	0,1
Поймы лесистые со значительными мертвыми пространствами, местными углублениями, озерами	0,133
Глухие поймы, сплошные заросли (лесные, таежного типа)	0,2

Приложение 5

Допустимые значения показателей и концентрации загрязняющих веществ в составе очищенных бытовых, городских и близких к ним по составу производственных сточных вод

Масса органических веществ в составе сточных вод, поступающих на очистные сооружения, ЕН	Значение показателей, мг/дм <sup>3</sup>						Концентрация загрязняющих веществ, мг/дм <sup>3</sup>					
	ХПК, мг/дм <sup>3</sup>		БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>		Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>		Азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>		Азот общий, мг/дм <sup>3</sup>		Фосфор общий, мг/дм <sup>3</sup>	
	$C_{ср}$	$C_{макс}$	$C_{ср}$	$C_{макс}$	$C_{ср}$	$C_{макс}$	$C_{ср}$	$C_{макс}$	$C_{ср}$	$C_{макс}$	$C_{ср}$	$C_{макс}$
До 500	150	200	40	60	50	65						
501 – 2000	125	170	30	40	35	50	20	30				
2001 – 10000	120	160	25	35	30	40	15	20				
1001 – 100000	90	120	20	30	25	35			15	20	3	4,5
более 100000	75	110	15	20	20	30			10	15	1,5	2

$C_{ср}$  – допустимая средневзвешенная концентрация за последние двенадцать месяцев. Превышение допустимой средневзвешенной концентрации за последние двенадцать месяцев признается нарушением условий, установленных в разрешении на специальное водопользование.

$C_{макс}$  – допустимая максимальная концентрация. Превышение установленной допустимой максимальной концентрации признается фактом причинения вреда окружающей среде загрязнением поверхностных вод.

## Перечень веществ, рекомендуемых к нормированию и контролю для различных категорий сточных вод, при их отведении в водные объекты

№ п/п	Наименование показателя	Хозяйственно-бытовые сточные воды	Производственные сточные воды									Поверхностные сточные воды		
			Загрязненные									условно чистые (охлаждение оборудования, водоподготовка)	сельтебная территория	пром. площадки предприятий
			металлургия, машиностроительная, электронная, электротехническая промышленность	химическая и нефтехимическая промышленность	автотранспортная и авторемонтная промышленность, железнодорожные станции и предприятия, нефтебазы	строительная промышленность (стройматериалов)	теплоэнергетическая промышленность	пищевая, хлебопродуктовая, молочная, рыбная промышленность	целлюлозно-бумажная и деревообрабатывающая промышленность	легкая промышленность	автозаправочные станции и автомойки			
1	рН	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
2	БПК <sub>5</sub>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
3	Взвешенные вещества	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
4	Азот аммонийный	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	
5	Азот нитратный													
6	Азот нитритный		+											
7	Азот общий	+		+					+	+	+	+		
8	Фосфор фосфатный	+	+	+	+			+	+	+	+		+	
9	Фосфор общий	+	+	+				+	+	+		+		
10	Сухой остаток		+	+	+	+	+	+	+	+				
11	Хлориды	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
12	Сульфаты	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
13	Фенол		+	+	+				+	+				
14	СПАВ (анион.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	
15	Нефтепродукты	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
16	Медь		+	+	+									
17	Никель		+	+	+									
18	Цинк		+	+	+					+	+			

№ п/п	Наименование показателя	Производственные сточные воды										Поверхностные сточные воды				
		Загрязненные														
		Хозяйственно-бытовые сточные воды														
		металлургия, машиностроительная, электротехническая промышленность	химическая и нефтехимическая промышленность	автотранспортная и авторемонтная промышленность, железнодорожные станции и предприятия, нефтебазы	строительная промышленность (стройматериалов)	теплоэнергетическая промышленность	пищевая, хлебопродуктовая, молочная, рыбная промышленность	целлюлозно-бумажная и деревообрабатывающая промышленность	легкая промышленность	автотранспортные станции и автомайки	условно чистые (охлаждение оборудования, водоподготовка)		селитебная территория	пром. площадки предприятий		
19	Хром общий		+	+	+			+	+							
20	Хром 3+		+	+	+											
21	Хром 6+		+	+	+											
22	ХПК	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23	Сероводород			+				+	+							
24	Железо общее		+				+	+	+							
25	Температура						+						+			
26	Формальдегид		+	+	+	+		+								
27	Цианиды		+	+												
28	Свинец		+	+	+				+					+	+	
29	Кадмий		+	+	+											
30	Алюминий		+	+	+				+							
31	Олово		+	+	+											
32	Фториды		+	+												
33	Кобальт		+	+	+											
34	Сульфиды		+	+					+	+						
35	Сульфиты			+						+						

Учебное издание

**Составители:**

Головач Анна Петровна

Тур Элина Аркадьевна

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к практическим работам по установлению  
нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ  
в водные объекты в составе сточных вод

по дисциплинам «Технология отдельных производств и  
промышленная экология» и «Технология охраны гидросферы»

для слушателей ИПКиПК УО «БрГТУ»  
специальности 1-57 01 71 «Промышленная экология  
и рациональное использование природных ресурсов»

Ответственный за выпуск: Головач А.П.

Редактор: Строкач Т.В.

Компьютерная верстка: Кармаш Е.Л.

Корректор: Никитчик Е.В.

---

Подписано к печати 13.01.2012 г. Формат 60x84 1/16. Бумага «Снегурочка»  
Усл. печ. л. 1,63. Уч. изд. л. 1,75. Тираж 50 экз. Заказ № 38.

Отпечатано на ризографе учреждения образования  
«Брестский государственный технический университет».  
224017, г. Брест, ул. Московская, 267