**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
«ЛУГАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ТАРАСА ШЕВЧЕНКО»**

Основы экологического пользования водными ресурсами

Методические указания
к практическим занятиям для студентов очной формы обучения
по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»

Е.И. Верех-Белоусова

Луганск
2017

УДК 502.51(204)(072)
ББК 26.22р3
М 54

Рецензенты:

Дяченко В. Д. – зав. кафедрой химии и биохимии ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко», доктор химических наук, профессор;

Форощук В. П. – доцент кафедры биологии ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко», кандидат биологических наук, доцент;

Симененко С. Т. – доцент кафедры экологии ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», кандидат педагогических наук, доцент.

Верех-Белоусова Е.И.

М 54 Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы экологического пользования водными ресурсами» для студентов по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» очной формы обучения / Составитель: Е. И. Верех-Белоусова – Луганск, 2017. – 27 с.

Методические указания составлены в соответствии с разделами рабочей программы учебной дисциплины «Основы экологического пользования водными ресурсами» кафедры садово-паркового хозяйства и экологии Луганского национального университета имени Тараса Шевченко.

В методических указаниях изложен перечень тем практических занятий по дисциплине «Основы экологического пользования водными ресурсами», вопросы для обсуждения и практические задания к ним, методики расчета, список литературы, тематика рефератов и глоссарий терминов. Студенты в результате выполнения практических работ расширяют и углубляют теоретические знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы.

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения третьего курса по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

Рекомендовано к печати Учебно-методическим советом ГОУ ВПО ЛНР «Луганский государственный университет имени Тараса Шевченко» (протокол № 7 от 22.03.2017 г.).

УДК 502.51(204)(072)
ББК 26.22р3
© Верех-Белоусова Е. И.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ……4

Тема 1. Сущность и значение экологического пользования водными ресурсами …….....6

Тема 2. Контроль качества воды ……8

Тема 3. Укрупненная оценка ущербов и возмещения убытков в результате сброса загрязняющих веществ в водоемы …….……...……....10

Тема 4. Расчет массы предельно допустимого сброса и сверхнормативного сброса загрязняющих веществ в водный объект с обратным (сточными) водами с превышением ПДС. ……12

Тема 5. Расчет кратности разбавления сточных вод в расчетном створе ……...…..15

Тема 6. Расчет необходимой степени очистки сточных вод …….....17

Тема 7. Расчет необходимой степени очистки сточных вод по содержанию взвешенных веществ……19

Тема 8. Расчет допустимой температуры сточных вод перед сбросом их в водные объекты ……21

Тема 9. Расчет массы нефти и нефтепродуктов, поступивших в водные объекты……...23

Тематика рефератов по дисциплине «Основы экологического пользования водными ресурсами» ……..25

Глоссарий терминов ……...25

ВВЕДЕНИЕ

Проблема водопотребления особенно актуальна в настоящее время и в частности в Донбассе, где экосистемы значительно нарушены хозяйственной деятельность человека, а запасы пресной воды невелики.

Запасы пресной воды представляют собой единый ресурс. Рассчитанное на длительную перспективу освоение мировых ресурсов пресной воды требует целостного подхода к использованию этих ресурсов и признания взаимозависимости между элементами, составляющими запасы пресной воды и определяющими ее качество. В мире существует мало регионов, не затронутых проблемами потери потенциальных источников снабжения пресной водой, ухудшения качества воды и загрязнения поверхностных и подземных источников. Основные проблемы, отрицательно влияющие на качество воды рек и озер, возникают, в зависимости от обстоятельств, с разной степенью остроты в результате несоответствующей очистки бытовых сточных вод, слабого контроля за сбросом промышленных сточных вод, утраты и разрушения водосборных площадей, нерационального размещения промышленных предприятий, обезлесения, бесконтрольной системы земледелия и нерациональных методов ведения сельского хозяйства. Нарушается естественный баланс водных экосистем, и возникает угроза для живых пресноводных ресурсов. В различных обстоятельствах на водные экосистемы влияют также проекты освоения водных ресурсов в целях развития народного хозяйства. Многие из этих проблем возникают вследствие экологически разрушительных моделей развития и отсутствия понимания проблем общественностью и соответствующих знаний об охране поверхностных и подземных вод. Широко распространено недопонимание взаимосвязей между освоением, управлением, рациональным использованием и очисткой водных ресурсов и водными экосистемами. Поэтому исключительно важно рационально пользоваться водными ресурсами, с тем, чтобы избежать впоследствии дорогостоящих мероприятий по восстановлению, очистке и освоению новых водных ресурсов.

Основы экологического пользования водными ресурсами, включающих комплекс проведения природоохранных мероприятий, введение современных технологий очистки воды и мониторинг состояния и качества водных объектов позволят сохранить водные ресурсы, которые так необходимы для жизни и поддержания экологического равновесия окружающей среды. Комплексный и взаимосвязанный характер требует целостного подхода к управлению ресурсами пресной воды, предполагающего хозяйственную деятельность в пределах водосборного бассейна на основе сбалансированного учета потребностей населения и окружающей среды.

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

Цель данной методической разработки – закрепить знания о экологически безопасном пользовании водными ресурсами, оценки их состояния и качества, а также методов их охраны.

«Основы экологического пользования водными ресурсами» является обязательной дисциплиной вариативной части математического и естественнонаучного цикла для подготовки студентов направления 05.03.06 «Экология и природопользование».

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы экологического пользования водными ресурсами» для студентов направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» очной формы обучения предназначены для

реализации образовательной программы студентов кафедры садово-паркового хозяйства и экологии и в целом соответствуют требованиям и нормативам в данной части образовательного процесса.

В каждом практическом занятии обозначены цель работы, основные понятия темы работы и литература. Обозначены вопросы для обсуждения и конкретные практические задания. Указаны темы для написания рефератов. Важно, что тематика практических работ ориентирована также и на научно-исследовательскую деятельность, направлена на решение конкретных профессиональных задач в области охраны водных ресурсов, экологии и сбалансированного природопользования.

Настоящее пособие дает изложение учебного материала, отличаясь доступностью его подачи, концентрированным освещением конкретных проблем оценки качества воды в водных объектах, оценки ущербов, причиненных хозяйственной деятельностью предприятий, особенностей режимов охраны водных ресурсов, условий и правил сброса сточных вод в водные объекты и эффективности очистки оборотных (сточных) вод на территории ЛНР.

Представленный учебный материал включает достижения теории и практики современной науки в области экологически безопасного пользования водными ресурсами, особенно по практическим разделам учебного курса дисциплины «Основы экологического пользования водными ресурсами».

ТЕМА 1. СУЩНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРАМИ

Цель занятия: ознакомление с сущностью дисциплины, основными понятиями и видами водопользования.

Основные понятия: пресная вода, водопользование, поверхностные воды, подземные воды, водный фонд государства, обще водопользование, специальное водопользование.

Ученые подсчитали, что 97,5% всех запасов воды на планете Земля приходится на соленые воды морей и океанов. Иными словами, пресная вода составляет только 2,5% мировых запасов. Если учесть, что 75% пресной воды "заморожено" в горных ледниках и полярных шапках, еще 24% находится под землей в виде грунтовых вод, а еще 0.5% "рассредоточено" в почве в виде влаги, то получается, что на наиболее доступный и дешевый источники воды — реки, озера и прочие наземные водоемы приходится чуть больше 0.01% мировых запасов воды. Приведенные цифры наглядно подтверждают сакраментальный тезис о том, что вода — одно из самых драгоценных сокровищ нашей планеты.

К водной среде государства принадлежат:

1**. поверхностные воды:**

природные водоемы (озера);

водостоки (речки, ручьи);

искусственные водоемы (водохранилища, пруды) и каналы;

2. **подземные воды и источники;**

3. **внутренние морские воды и территориальное море,** границы которых определены международным морским правом.

Согласно законодательству названные водные объекты составляют водный фонд государства.

Водный фонд государства состоит из водных объектов общегосударственного значения и водных объектов местного значения.

К водным объектам общегосударственного значения относятся:

1) внутренние морские воды и территориальное море;

2) подземные воды, которые являются источником централизованного водоснабжения;

3) поверхностные воды (озера, водохранилища, речки, каналы), которые находятся и используются на территории более чем одной области, а также их притоки всех порядков;

4) водные объекты в границах территорий природно-заповедного фонда общегосударственного значения, а также отнесенные к категории лечебных.

К водным объектам местного значения относятся:

1) поверхностные воды, которые находятся и используются в границах одной области и которые не отнесены к водным объектам общегосударственного значения;

2) подземные воды, которые не могут быть источником централизованного водоснабжения.

Состояние водной среды зависит, прежде всего, от того, как эксплуатируются объекты водного фонда предприятиями и населением, но в немалой степени, относительно рек, которые берут свое начало в других странах, - и от использования вод в производственных и хозяйственно-бытовых целях в этих странах. Основой улучшения качества и состояния водных ресурсов является их рациональное и экологически безопасное использование.

Водопользование – использование вод (водных объектов) для удовлетворения потребностей населения, промышленности, сельского хозяйства, транспорта и других отраслей хозяйства, включая право на забор воды, сброс сточных вод и другие виды использования вод (водных объектов).

Использование вод осуществляется в порядке общего и специального водопользования.

Общее водопользование осуществляется гражданами для удовлетворения их потребностей (купание, плавание на лодках, спортивные мероприятия, любительское и спортивное рыболовство, водопой животных, забор воды из водного объекта без применения технических устройств и сооружений и из колодцев) бесплатно, без закрепления водных объектов за конкретными лицами и без предоставления соответствующих разрешений.

Специальное водопользование – это забор воды из водных объектов с применением сооружений или технических устройств и сброс в них обратных (сточных) вод. Является платным, осуществляется на основе специального разрешения. Осуществляется юридическими и физическими лицами, прежде всего, для удовлетворения питьевых потребностей населения, а также для хозяйственно-бытовых, промышленных, лечебных, сельскохозяйственных, энергетических, рыбохозяйственных и других общественных потребностей.

Вопросы для обсуждения:

1. Сущность дисциплины экологического пользования водными ресурсами.
2. Проблемы пресной воды в Мире, Европе, России, Донбассе и в ЛНР.
3. Понятие водного фонда.
4. Виды водопользования.
5. Практическое значение для человека экологического пользования водными ресурсами.

Практические задания:

1. По картам и атласу охарактеризовать географическое размещение водных ресурсов Мира. Сделать выводы. Записи сделать в тетради.
2. По карте Луганской обл. определить долю имеющегося водного фонда от ее площади. Сделать выводы. Записи сделать в тетради.
3. Определить экологическое значение воды и ее роль в народном хозяйстве. Сделать выводы. Записи сделать в тетради.

Литература

1. Промислова екологія : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Я. І. Бедрій, Б. О. Білінський, Р. М. Івах, М. М. Козяр. – К. : Кондор, 2010. – 256 с.
2. Доклад Конференции Организации Объединенных Наций по водным ресурсам, Мар-дель-Плата, 14–25 марта 1977 года (издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.77.II.A.12), часть первая, глава I, раздел C, пункт 35. – С. 123-128.
3. Экология, здоровье и природопользование в России» / Под. ред. Протасова В.Ф. - М. 1995. – 234 с.
4. Екологія і охорона навколишнього середовища : навч. посіб. для студ. вузів / Ю. Д. Бойчук, Е. М. Солошенко, О. В. Бугай. – Суми : Університет. кн., 2002. – 321 с.

ТЕМА 2. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Цель занятия: ознакомиться с регламентируемыми гигиеническими и санитарными нормами качества, состава и свойств природных вод, а также с методами с способами государственного контроля качества и состояния природных и сточных вод.

Основные понятия: качество воды, контроль качества воды, гигиенические требования, санитарные нормы качества, класс опасности веществ в воде, ПДК.

Вода характеризуется составом и свойствами, которые определяют ее пригодность для конкретных видов водопользования. Оценка качества воды дается по характеристикам, которые выбираются и нормируются в зависимости от вида водопользования. Качество, состав и свойства природных вод в водоемах и водотоках регламентируется гигиеническими и санитарными нормами.

К гигиенической оценке воды относят такие показатели: количество взвешенных веществ (например, ил), количество нерастворимых всплывающих веществ (смолы, жиры), температура, показатель окисляемости иона водорода pH, минеральный состав (например, жесткость), растворенный кислород, биологическое поглощение кислорода $БПК_{полн}$, химическое потребление кислорода ХПК, наличие возбудителей болезней, количество лактопозитивных кишечных полочек (ЛКП), количество колифагов, наличие жизнеспособных яиц гельминтов и простейших кишечных, количество химических веществ.

Для санитарной оценки воды относят следующие показатели: ПДК веществ в воде, ориентировочно допустимые уровни веществ в воде ОДУ, лимитирующие показатели вредности ЛПВ (санитарно-токсикологический, общесанитарный, органолептический), класс опасности веществ в воде.

Вопросы для обсуждения

1. Контроль качества воды.
2. Гигиеническая оценка воды и ее показатели.
3. Санитарная оценка воды и ее показатели.

Практические задания

1. Используя нормативные данные гигиенических требований к составу и свойствам воды по «ГОСТ 2874-82 – Вода питьевая. Гигиенические требования» и «СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», заполнить таблицу и сделать соотвествующие выводы.

№	Показатели, д. измерения	Категории водопользования	
		Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
1	2	3	4
1	Взвешенные вещества		
2	Плавающие примеси		
3	Окраска		
4	Запахи		
5	Температура		
6	Водородный показатель (pH)		

7	Минерализация воды		
8	Растворенный кислород		
9	Биохимичес. потребление кислорода ($БПК_5$)		
10	Химическое потребление кислорода (ХПК)		
11	Химические вещества		
12	Возбудители кишечных инфекций		
13	Жизнеспособные яйца гельминтов и жизнеспособные цисты кишечных простейших		
14	Колифаги		
15	Радионуклиды		

2. Используя нормативные данные санитарных требований к составу и свойствам воды по «ГОСТ 2874-82 – Вода питьевая. Гигиенические требования» и «СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» заполнить таблицу:

Название вещества	Класс опасности	ПДК, мг/л
Аммиак		
Аммония сульфат (по азоту)		
Активный хлор		
Ацетон		
Бензол		
Дихлорэтан		
Железо		
Кадмий		
Капролактам		
Кобальт		
Марганец		
Медь		
Натрий		
Нефтепродукты		
Никель		
Нитраты (NO)		
Нитриты (NO_2)		
Ртуть		
Свинец		
Селен		
Скипидар		
Фенол		
Хром (Cr^{3+})		
Хром (Cr^{6+})		
Цинк		
Этилегликоль		

Литература

1. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством [Текст]. – Введ. 1982-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 6 с.

2. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [Текст]. – Введ. 2000-06-22. – М.: Федеральный центр госэпиднадзора Минздрава России, 2000. – 24 с.

ТЕМА 3. УКРУПНЕННАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА И ВОЗМЕЩЕНИЯ УБЫТКОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ СБРОСА ЗАГРЯЗНЕНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДОЕМЫ

Цель занятия: проанализировать методики оценки укрупненного ущерба и возмещения убытков в результате сброса загрязняющих веществ в водоемы в условиях современной экологической ситуации; научиться рассчитывать возмещение убытков и оценивать укрупненный ущерб на примере загрязнения реки в результате загрязнения сточными водами литейно-механического завода.

Основные понятия: ущерб, укрупненный ущерб, возмещение убытков, загрязнение поверхностных вод, сточные воды.

Расчет ущерба проводится по утвержденной «Методике расчета размеров возмещения ущербов, причиненных государству в результате нарушение законодательства об охране и рационального использования водных ресурсов» (от 30.06.2011) и с учетом установленных нормативных требований к качеству вод. Состав и свойства воды в водоемах должны соответствовать нормативам в створе, установленном на водотоках (реки, ручьи) на расстоянии 1 км выше от ближайшего по течению пункта водопользования (хозяйственно-питьевого назначения, места купания, организованного отдыха, территория населенного пункта и т.п.).

Методика устанавливает порядок определения размеров возмещения убытков, причиненных государству в результате нарушения законодательства об охране и рациональном использовании водных ресурсов, в случае:

загрязнения водных объектов, в том числе связанного с самовольными и аварийными сбросами в водный объект загрязняющих веществ и физико-химических показателей с обратными водами или загрязняющих веществ в чистом виде, в составе сырья, продукции или отходов;

загрязнения поверхностных и подземных вод под воздействием полигонов (свалок) твердых бытовых и промышленных отходов;

самовольного использования водных ресурсов при отсутствии разрешительных документов (разрешения на специальное водопользование и/или специального разрешения на пользование недрами (для подземных вод));

забора, использования воды и сброса загрязняющих веществ с обратными водами с нарушением условий водопользования, установленных в разрешении на специальное водопользование.

Укрупненная оценка ущерба (руб.) при загрязнении водоемов определяется по формуле:

$$У_в = У_{уд} \cdot \delta_б \cdot \sum_{i=1}^{n} M_{пр} \cdot K_{инд} \qquad (2.1)$$

где $У_{уд}$ – удельный ущерб от загрязнения водной среды 1 тонной условного загрязняющего вещества (установленная ставка составляет в пересчете на рубли 36,0 руб.);

$\delta_б$ – бассейновый коэффициент, зависит от бассейна реки;

$M_{пр}$ – приведенная масса сброса загрязняющих веществ (усл. т.) и рассчитывается по формуле:

$$M_{пр} = M_{фi} \cdot A_i \qquad (2.2)$$

где $М_{фi}$ – масса фактического сброса загрязняющего вещества, т;

$А_i$ – коэффициент относительной опасности i-го вещества, т.е. $А_i = 1/ПДК_i$.

$К_{инд}$ – коэффициент индексации, учитывающий колебание цен на мирововм рынке. Принимается равным 1,5.

Расчет размеров возмещения убытков, причиненных водным объектам (кроме морских вод) в результате сбросов загрязняющих веществ с обратными (сточными) водами с превышением установленного норматива ПДС, осуществляется по формуле:

$$У = К_{кат} \cdot К_р \cdot К_з \cdot \left[\left(M_{i1} \cdot гама_{i1}\right) + \left(M_{i2} \cdot гама_{i2}\right) + \left(M_{in} \cdot гама_{in}\right)\right], \text{ руб.}$$

где $К_{кат}$ - коэффициент, который учитывает категорию водного объекта и определяется согласно следующих категорий: для хозяйственно-бытового назначения принимается равным 1; питьевого – 1,4; рыбохозяйственного высшейй категории – 2,5; рыбохозяйственного первой категории – 2; рыбохозяйственного второй категории – 1,6; для подземных вод – 3…5.

$К_р$ - региональный коэффициент дефицитности водных ресурсов поверхностных вод (для Луганской области $К_р$ = 1,18);

$К_з = 1,5$ - коэффициент уязвимости водной экосистемы;

n - количество загрязняющих веществ в обратных (сточных) водах;

M_i - масса сверхнормативного сброса i-того загрязняющего вещества в водный объект с обратными (сточными) водами, т;

$гама_i$ - удельный экономический ущерб от загрязнения водных ресурсов, отнесенный к 1 тонне условного загрязняющего вещества, грн/т; определяется по формуле:

$$гама_i = гама \cdot A_i,$$

где гама – проиндексированный удельный экономический убыток от загрязнение водных ресурсов в предыдущем году (1660,48 руб./т);

A_i – коэффициент относительной опасности i-го вещества, т.е. $A_i = 1/ПДК_i$.

Для веществ, по которым отсутствует величина предельно допустимой концентрации, показатель относительной опасности A принимается равным 500.

Вопросы для обсуждения

1. Особенности расчета ущербов при загрязнении водных объектов.
2. Определение понятия «сточные воды». Загрязнение поверхностных вод.
3. Приведенная масса сброса загрязняющих веществ и ее расчет.

Практические задания

1. Рассчитать укрупненный ущерб в результате загрязнения реки Ольховая (г. Луганск) сточными водами литейно-механического завода, расположенного на берегу реки Ольховая, если средняя масса сброса железа равна 23 т/год, свинца – 8 т/год, кобальта – 1 т/год. Бассейновый коэффициент реки Ольховая принять за 3,24. $ПДК_в$ (железо) = 0,5 мг/л; $ПДК_в$ (свинец) = 0,1 мг/л, $ПДК_в$ (кобальт) = 0,5 мг/л. Сделать выводы.
2. Рассчитать размер возмещения убытков, причиненных р. Ольховая (г. Луганск) в результате сброса сточных вод мясокомбината с превышением установленного норматива ПДС, если масса сверхнормативного сброса аммиака равна 2 т, нитратов – 3 т, натрия – 5 т. $ПДК_в$ (аммиак) = 2 мг/л; $ПДК_в$ (нитраты (по NO)) = 45 мг/л, $ПДК_в$ (натрий) = 200 мг/л. Категория водного объекта – хозяйственно-бытовое использование, рыбохозяйственного использования второй категории.

Литература

1. «Методика расчета размеров возмещения ущербов, причиненных государству в результате нарушение законодательства об охране и рационального использования водных ресурсов» (от

30.06.2011). – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. – 2011. – 25 с.
2. Промислова екологія : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Я. І. Бедрій, Б. О. Білінський, Р. М. Івах, М. М. Козяр. – К. : Кондор, 2010. – 256

ТЕМА 4. РАССЧЕТ МАССЫ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОГО СБРОСА И СВЕРХНОРМАТИВНОГО СБРОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ С ОБРАТНЫМИ (СТОЧНЫМИ) ВОДАМИ С ПРЕВЫШЕНИЕМ ПДС

Цель занятия: ознакомление с методикой расчета массы предельно допустимого и сверхнормативного сброса загрязняющих веществ в водный объект с обратными (сточными) водами при условии превышения предельно допустимого сброса (ПДС).

Основные понятия: предельно допустимый сброс (ПДС), сверхнормативный сброс.

Качественные показатели воды обусловлены в основном концентрацией содержащихся в ней компонентов. В состав воды в виде различных химических соединений входят около 50 элементов, такие как кислород, углекислый газ, сероводород, азот, а также катионы и анионы растворенных в воде солей кальция, магния, натрия, калия, хлора и др. В результате антропогенных загрязнений изменяются физические и органолептические свойства воды, увеличивается содержание сульфатов, хлоридов нитратов, появляются специфические загрязнения не свойственные естественному фону.
Так, например, высокие концентрации хлоридов в воде коррозионно активны, пагубно влияют на рост растений, вызывают засоление почв. Повышенное содержание нитратов и аммонийных соединений в воде могу т служить индикатором загрязнения водоема в результате распространения фекальных либо химических загрязнений (сельскохозяйственных, промышленных). Водная среда подлежит нормированию и в таблице 1 приведены ПДК некоторых вредных веществ в водоемах различной категории водопользования (примеры ПДК, высокое (ВЗ) и экстремально высокое (ЭВЗ) загрязнение водоемов).

Таблица 1

Показатели, мг/л	Категория водопользования	ЛПВ водоема	ПДК	ВЗ	ЭВЗ
Абсолютное содержание растворенного O_2 зима лето	рыбо-хозяйственное	общие требования	 4 6	 <3 <3	 <3 <3
БПК5**	рыбо-хозяйственное	общие требования	2	>15	>60
Азот аммонийный	рыбо-хозяйственное	токсикол	0.39	>3.9	>39
Азот нитратов	рыбо-хозяйственное	сан-токс.	1	>10	>100
Азот нитритов	рыбо-хозяйственное	токсикол.	0.02	>0.2	>2.0
Фенолы	рыбо-хозяйственное	рыбохоз.	0.001	>0.03	>0.1
Нефтепродукты	рыбо-хозяйственное	рыбохоз.	0.05	>1.5	>5.0
СПАВ	рыбо-хозяйственное	токсикол.	0.1	>1.0	>10

Одного соблюдения предельно допустимых концентраций недостаточно для обеспечения качества воды. Для гарантирования качества воды в створе водопользования или водопотребления для каждого предприятия устанавливается предельно допустимый сброс (ПДС) вредных веществ.

ПДС – это масса загрязнителей в сточных водах, допустимая для отведения в установленном режиме в определенном пункте водного объекта за единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. Для водотоков (реки, ручьи) контрольный пункт устанавливается на расстоянии 1 км выше от ближайшего по течению пункта водопользования (хозяйственно-питьевого назначения, места купания, организованного отдыха, территория населенного пункта и т.п.). Для всех категорий водопользователей ПДС выражают следующей формулой:

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

где: $\boldsymbol{q_{ст}}$ – максимальный часовой расход сточных вод, м^3/ч; $\boldsymbol{C_{ПДС}}$ – допустимая концентрация загрязняющего вещества, г/м^3, определяется по формуле:

$$C_{ПДС} = n(C_{ПДК} - C_{ф}) + C_{ф};$$

где: $\boldsymbol{C_{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м^3; $\boldsymbol{C_{ф}}$ – фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке выше выпуска сточных вод, г/м^3; $\boldsymbol{n}$ – кратность общего разбавления сточных вод в водотоке.

Величины нормативов допустимых сбросов (ПДС) разрабатываются и утверждаются на период 5 лет для действующих и проектируемых организаций водопользователей. Разработка величин ПДС осуществляется как организацией-водопользователем, так и по поручению проектной или научно-исследовательской организации.

Сброс сточных вод в водоем недопустим, если:

- $C_ф \geq$ ПДК;
- запрещается сброс сточных вод в границах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, рыбоохранных зон, рыбохозяйственных заповедных зон:
- сточные воды можно сбрасывать в водные объекты при условии соблюдения гигиенических требований применительно к воде водного объекта в зависимости от вида водопользования.

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

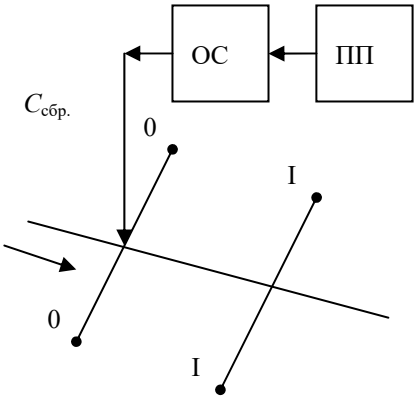

Рис. 1. Ситуационная схема для расчета условий сброса сточных вод:
0–0 – нулевой створ; I–I – расчетный створ; ПП – промышленное предприятие; ОС – очистное сооружение

ПДС устанавливают с учетом ПДК вредных веществ в местах водопользования, способности водоемов к самоочищению и оптимальному распределению массы сбрасываемых веществ.

Расчет массы сверхнормативного сброса загрязняющих веществ в водный объект с обратными водами в результате превышения установленного норматива ПДС осуществляется по формуле:

$$M_и = (C_{иф} - C_{ид}) \cdot Q_{иф} \cdot t \cdot 10^{-6} \qquad (3.2)$$

где $M_и$ – масса сверхнормативного сброса i-го загрязняющего вещества водный объект с обратными водами, т;

$C_{иф}$ – средняя фактическая концентрация i-ї загрязняющей вещества в обратных водах, г/м^3;

$C_{ид}$ – разрешенная для сброса концентрация i-го загрязняющего вещества, определенная при утверждении ПДС, г/м^3;

$Q_{иф}$ – фактические расходы обратных вод, м^3/год;

t – длительность сброса обратных вод с нарушением нормативов ПДС, часы;

10^{-6} – коэффициент перечисления массы загрязняющих веществ.

Вопросы для обсуждения

1. Понятие предельно допустимого сброса (ПДС).
2. Условия сброса сточных вод в водоемы.
3. Расчет ПДС.
4. Методика расчета массы сверхнормативного сброса загрязняющих веществ в водный объект с обратными (сточными) водами при условии превышения предельно допустимого сброса.

Практические задания

1. Определить величину предельно допустимого сброса загрязняющего вещества (общий органический углерод) в водоем при заданных условиях: максимальный часовой расход сточных вод q = 0,9 м^3/ч; фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке выше выпуска сточных вод $\boldsymbol{C_ф}$ = 6 г/м^3; кратность общего разбавления сточных вод в водотоке $\boldsymbol{n}$ = 50. ПДК (углерод общий органический) = 4 мг/л. Сделать выводы по отношению к ПДК.

2. Определить массу сверхнормативного сброса загрязняющих веществ в водный объект с обратными (сточными) водами при условии превышения предельно допустимого сброса. Исходные данные: средняя фактическая концентрация меди в сточных водах составила 1 г/м^3; разрешенная для сброса концентрация меди 0,4 г/м^3, определенная при утверждении ПДС, г/м^3; фактические расходы обратных вод составили 80 м^3/сут; длительность сброса обратных вод с нарушением нормативов ПДС составила 28 часов.

Литература

1. «Методика расчета размеров возмещения ущербов причиненных государству в результате нарушение законодательства об охране и рационального использования водных ресурсов» (от 30.06.2011). – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. – 2011. – 25 с.
2. Джигерей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посіб. – 5-те вид., випр. і доп. – К.: «Знання», КОО, 2007. – 422 с.
3. Промислова екологія : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Я. І. Бедрій, Б. О. Білінський, Р. М. Івах, М. М. Козяр. – К. : Кондор, 2010. – 256 с.
4. Голубкина Н. А. Лабораторный практикум по экологии : учеб. пособие для студ. сред. проф. образования / Н. А. Голубкина, М. А. Шамина. – М. : Форум: ИНФРА-М, 2004. – 225 с.

ТЕМА 5. РАСЧЕТ КРАТНОСТИ РАЗБАВЛЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД В РАСЧЕТНОМ СТВОРЕ

Цель занятия: ознакомление с расчетом кратности разбавления сточных вод перед сбросом в водный объект, как наиболее употребляемым механизмом снижения концентрации загрязняющего вещества в сточных водах.

Основные понятия: разбавление, кратность разбавления, расход сточных вод, расход воды водотока, коэффициент смешивания.

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

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

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

Кратность разбавления ***n***, определяется по формуле:

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

где: q_{cm} – максимальный расход сточных вод, м^3/с; Q – расчетный минимальный расход воды водотока в контрольном створе, м^3/с.; γ – коэффициент смешения, показывающий, какая часть воды реки участвует в разбавлении сточных вод, определяется по формуле:

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

где: Q – среднемесячный расход воды водотока 95%-й обеспеченности, м^3/с; q – максимальный расход сточных вод, подлежащих сбросу в водоток, м^3/с; L_ϕ – расстояние по фарватеру водотока от места выпуска до контрольного створа (*фарватер* – наиболее глубокая полоса данного водного пространства), м; α – коэффициент, зависящий от гидравлических условий потока:

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

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

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

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

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

Расход воды в водоеме, т. е. объем воды, который проходит через поперечное сечение реки за единицу времени, определяют по данным гидрометеослужбы. Известно, что количество воды в поверхностных водоемах заметно колеблется в течение года, а это влияет на разведение сточных вод. Наихудшие условия для разведения загрязнений, поступающих в водоем вместе со сточными водами, создаются при наименьших расходах воды в водоеме в маловодный меженный период. Но и при этих, наихудших, условиях разведения нужно соблюдать гигиенические нормативы качества воды в расчетном (контролируемом) створе в 95% случаев. Именно поэтому при расчете берут наименьшие расходы воды в реке при 95% обеспечения стока. Последнее означает, что фактические расходы воды в реке в маловодный меженный период в 95% случаев будут не меньше взятого в расчет Q.

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

$$C = (C_{ст} - C_{ф}) + C_{ф} / n;$$

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

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

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

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

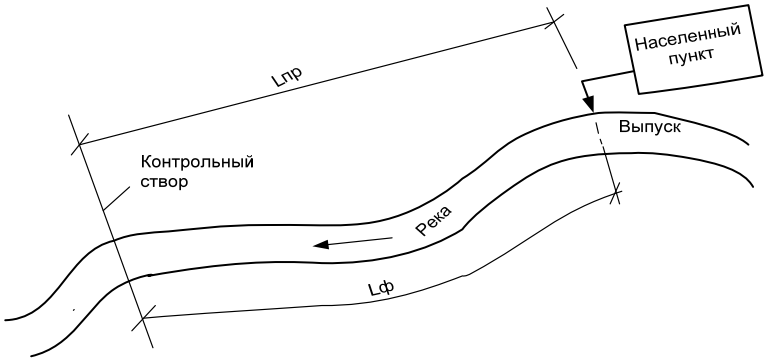

Рис. 2. Схема участка реки, участвующего в смешении сточных вод с водой водоема:
$L_{пр}$ – расстояние по прямой; $L_{ф}$ – расстояние по фарватеру

Вопросы для обсуждения

1. Разбавление как основной механизм снижения концентрации загрязняющего вещества при сбросе сточных вод в водные объекты.
2. Значение максимального расхода сточных вод при минимальном расходе воды водотока в контрольном створе.
3. Определение кратности разбавления сточных вод перед сбросом в водный объект.

Практические задания:

1. Охарактеризуйте понятие «кратность разбавления сточных вод». В чем его важность? Записи сделать в тетради.

2. Определить кратность разбавления сточных вод в расчетном створе, концентрацию загрязняющих веществ после перемешивания и расстояние, при котором произойдет полное перемешивание. Планируется сбрасывать в водоток с расходом $Q=15$ м^3/с сточные воды завода с максимальным расходом $q_{ст} = 0,7$ м^3/с. Ниже по течению от планируемого берегового выпуска сточных вод, на расстоянии 3,0 км предполагается разместить туристическую базу отдыха (цели водопользования – Х-П). Водоток характеризуется на этом участке следующими показателями:

- среднемесячный расход водотока 95%-й обеспеченности Q = 15 м^3/с;
- средняя глубина $H_{ср}$ = 1,3 м;
- средняя скорость течения $v_{ср}$ = 1,0 м/с;
- $\boldsymbol{C_ф}$ = 3 мг/л, $C_{ст}$ = 110 мг/л;
- коэффициент извилистости водотока равен 4,2; сброс осуществляется в форватер.

Показать ситуационную схему для расчета в тетради. Сделать выводы.

Литература

1. «Методика расчета размеров возмещения ущербов причиненных государству в результате нарушение законодательства об охране и рационального использования водных ресурсов» (от 30.06.2011). – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. – 2011. – 25 с.
2. Джигерей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посіб. – 5-те вид., випр. і доп. – К.: «Знання», КОО, 2007. – 422 с.
3. Промислова екологія: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Я. І. Бедрій, Б. О. Білінський, Р. М. Івах, М. М. Козяр. – К. : Кондор, 2010. – 256 с.

ТЕМА 6. РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОЙ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Цель занятия: ознакомление с расчетом и эффективностью очистки сточных вод перед сбросом в водный объект.

Основные понятия: нормы качества воды, лимитирующий показатель вредности, эффективность очистки сточных вод.

Нормы качества воды водных объектов включают:

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

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

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

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

Для *рыбохозяйственных* водоемов используют пять вида ЛПВ: **санитарно-токсикологический, общесанитарный, органолептический, токсикологический и рыбохозяйственный**.

Вещества, концентрация которых изменяется в воде водного объекта только путем разбавления, называются *консервативными*; вещества, концентрация которых изменяется

как под действием разбавления, так и вследствие протекания различных химических, физико-химических и биологических процессов – *неконсервативными*.

Для выполнения всех санитарных, санитарно-гигиенических и технических требований сточные воды перед сбросом необходимо очищать.

Рассмотрим общие требования к составу и свойствам воды хозяйственно-питьевого назначения при сбросе в водоемы сточных вод.

1. Водоем не должен иметь на поверхности воды пленок какого-либо характера.
2. Содержание взвешенных веществ не должно превышать 1,5 мг/л.
3. Вода не должна иметь запахов и привкусов интенсивностью более 2 балла.
4. Вода не должна иметь окраски при рассмотрении ее в стеклянном сосуде (столбике) высотой 20 см. цветность не должна превышать 20 град.
5. Температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться в летнее время более чем на 3 ^{0}С, зимой – не более 5 ^{0}С по сравнению с максимальной естественной температурой в эту пору года.
6. Реакция pH воды должна оставаться в пределах pH = 6,5 – 8,5.
7. Минеральный состав по сухому остатку не должен превышать 1000 мг/л, в т.ч. хлоридов – 300, сульфатов – 500, нитратов (азот) – 10 мг/л, по общей жесткости – не более 10 ммоль·экв/л.
8. Содержание растворенного кислорода должно составлять не более 4 мг/л в любое время года в пробе, отобранной до 12 часов дня.
9. Биохимическое потребление кислорода при 20 ^{0}С не должно превышать 30 мгO_2/л.
10. В воде не должно быть возбудителей болезней. Сточные воды перед сбросом необходимо обеззараживать.
11. Отравляющие вещества не должны содержаться в концентрациях, которые могут оказать негативное влияние на здоровье человека.

Необходимая степень очистки сточных вод (в %) предприятия от ЗВ с учетом их принадлежности к одному ЛПВ определяется по следующей формуле:

$$E = \left(1 - \frac{1 - \frac{n-1}{n} \sum C_B / ПДК_i}{\frac{1}{n} \sum \frac{C_{ст}}{ПДК_i}}\right) \cdot 100\%;$$

где n – кратность разбавления; $C_в$ – концентрация вещества в природной воде, мг/л; $C_{ст}$ – концентрация вещества в сточной воде (сбросные воды), мг/л; *ПДК* – предельно допустимая концентрация ЗВ (по таблицам), мг/л.

Необходимая степень очистки сточных вод предприятия от ЗВ с учетом их принадлежности к разным ЛПВ определяется по следующей формуле:

$$E = \left(1 - \frac{C_{pi} - \frac{n-1}{n} \cdot C_B}{C_{ст}} \cdot n\right) \cdot 100\%,$$

где n – кратность разбавления; $C_в$ – концентрация вещества в природной воде, мг/л; $C_{ст}$ - концентрация вещества в сточной воде (сбросные воды), мг/л; C_{pi} – концентрация вещества в контрольном створе, мг/л.

Вопросы для обсуждения

1. Условия сброса сточных вод в водные объекты.
2. Нормы качества воды водных объектов

3. Лимитирующий показатель вредности и условия сброса сточных вод с учетом ЛПВ.

Практические задания

1. Из представленных в таблице ЗВ определить, к какому ЛПВ они относятся. Заполнить таблицу в тетради. Сделать соответствующие выводы.

Вещество	Лимитирующий показатель вредности (ЛПВ)
Ni	
Mo	
As	
W	
Sb	
Zn	
Cu	

2. Предприятие осуществляет сброс сточных вод в водный объект, загрязненных рядом вредных веществ. Рассчитать необходимую степень очистки сточных вод от этих ЗВ, с учетом их принадлежности к ЛПВ (данные взять из задания №1). Сделать соответствующие выводы. Исходные данные:

1) Концентрация ЗВ в сточной воде: Ni = 1,25 мг/л; Sb = 0,7 мг/л; Zn = 1,6 мг/л; Cu = 2,5 мг/л; W = 1,2 мг/л; Mo = 1,1 мг/л;
2) Концентрация в природной воде: Ni = 0,003 мг/л; Sb = 0,0018 мг/л; Zn = 0,9 мг/л; Cu = 0,75 мг/л; W = 0,003 мг/л; Mo = 0,3 мг/л;
3) Концентрация в контрольном створе: Zn = 1,0 мг/л; Cu = 1,0 мг/л;
4) Кратность разбавления принять за 59;
5) Категория водопользования – хозяйственно-питьевая;
6) ПДК для исследуемых веществ: Ni = 0,1 мг/л; Sb = 0,05 мг/л; Zn = 1,0 мг/л; Cu = 1,0 мг/л; W = 0,05 мг/л; Mo = 0,25 мг/л;

Литература

1. «Методика расчета размеров возмещения ущербов, причиненных государству в результате нарушение законодательства об охране и рационального использования водных ресурсов» (от 30.06.2011). – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. – 2011. – 25 с.
2.Джигерей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посіб. – 5-те вид., випр. і доп. – К.: «Знання», КОО, 2007. – 422 с.
3. Голубкина Н. А. Лабораторный практикум по экологии : учеб. пособие для студ. сред. проф. образования / Н. А. Голубкина, М. А. Шамина. – М. : Форум: ИНФРА-М, 2004. – 225 с.
4. Дмитриев В. В. Прикладная экология : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / В. В. Дмитриев; А. И. Жиров, А. Н. Ласточкин. – М. : Академия, 2008. – 325 с.

ТЕМА 7. РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОЙ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПО СОДЕРЖАНИЮ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Цель занятия: ознакомление с методикой расчета содержания взвешенных веществ в сточных водах.

Основные понятия: взвешенные вещества, концентрация взвешенных веществ, эффективность очистки сточных вод по взвешенным веществам.

Согласно классификации загрязняющих веществ в природных и сточных водах (по Л.А. Кульскому), взвешенные вещества и другие нерастворимые соединения по их фазово-дисперсному составу относятся к термодинамически нестойким гетерогенным системам и формируют первую и вторую группы классификации загрязняющих веществ в природных и сточных водах.

К *первой группе* относятся не растворимые в воде взвешенные вещества, а также бактерии и планктон. В состоянии покоя взвеси оседают под действием сил гравитации. Размер таких частичек взвесей колеблется в пределах 10^{-3} – 10^{-7} м.

Вторая группа примесей и взвесей объединяет гидрофобные и гидрофильные минеральные и органоминеральные коллоидные частички почвы, не диссоциирующие и нерастворимые формы высокомолекулярных гумусовых веществ, детергенты и другие вещества. Размеры дисперсных частичек колеблются в пределах 10^{-7} – 10^{-9} м. Кинетическая стойкость гидрофобных примесей характеризуется соотношением сил гравитационного поля и броуновского движения. Агрегатная стойкость их обусловлена электростатическим состоянием межфазной поверхности и образованием на поверхности частичек стабилизирующих слоев.

Общие санитарные требования к составу и свойствам вод хозяйственно-питьевого назначения устанавливают норматив для взвешенных веществ в сточных водах не более 1,5 мг/л.

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

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

$$C_{оч} = P\left(\frac{\gamma Q}{qcm} + 1\right) + C_{ф};$$

где*:* $\boldsymbol{C_ф}$ – концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до сброса сточных вод, мг/л; $\boldsymbol{P}$ – разрешенное санитарными нормами увеличение содержания взвешенных веществ в воде водного объекта в расчетном створе (раз), ; $\boldsymbol{Q}$ – среднемесячный расход воды водотока 95%-й обеспеченности, м^3/с; $\boldsymbol{q_{cm}}$ – максимальный расход сточных вод, подлежащих сбросу в водоток, м^3/с; $\boldsymbol{\gamma}$ – коэффициент смешения, показывающий, какая часть воды реки участвует в разбавлении сточных вод, определяется по формуле:

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

где: $\boldsymbol{Q}$ – среднемесячный расход воды водотока 95%-й обеспеченности, м^3/с; $\boldsymbol{qcm}$ – максимальный расход сточных вод, подлежащих сбросу в водоток, м^3/с; $\boldsymbol{L_ф}$ – расстояние по фарватеру водотока от места выпуска до контрольного створа (*фарватер* – наиболее глубокая полоса данного водного пространства), м; $\boldsymbol{\alpha}$ – коэффициент, зависящий от гидравлических условий потока:

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

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

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

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

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

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

$$Э_{взв} = \frac{C_{ст} - C_{оч}}{C_{ст}} \cdot 100\%;$$

Вопросы для обсуждения

1. Взвешенные и нерастворимые вещества в сточных водах и природных водах. Их классификация и группы.
2. Нормативы для взвешенных веществ в сточных водах.
3. Эффективность очистки сточных вод по взвешенным веществам.

Практические задания

1. Охарактеризовать физико-химические свойства взвешенных веществ в воде и их негативное влияние на качество воды и экологическое состояние водоемов. Записи сделать в тетради.
2. Определить концентрацию взвешенных веществ в сточной воде, разрешенной к сбросу в водоток после очистных сооружений, и необходимую эффективность очистки сточной воды по взвешенным веществам. Сделать выводы. Исходные данные:
   1) концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей на очистные сооружения, $C_{\text{ст}}$ = 130 мг/л. Концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до места сброса $C_{\text{ф}}$ = 4 мг/л;
   2) планируется сбрасывать в водоток с расходом $Q=20$ м^3/с;
   3) сточные воды завода с максимальным расходом $q_{ст} = 0,8$ м^3/с;
   4) ниже по течению от планируемого берегового выпуска сточных вод, на расстоянии 3,0 км расположен поселок городского типа и детский лагерь (цели водопользования – Х-П);
   5) среднемесячный расход водотока 95%-й обеспеченности Q = 20 м^3/с;
   6) средняя глубина $H_{\text{ср}}$ = 1,35 м; средняя скорость течения $v_{\text{ср}}$ = 1,1 м/с;
   7) сброс осуществляется в форватер.

Литература

1. «Методика расчета размеров возмещения ущербов, причиненных государству в результате нарушение законодательства об охране и рационального использования водных ресурсов» (от 30.06.2011). – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. – 2011. – 25 с.

2. Промислова екологія : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Я. І. Бедрій, Б. О. Білінський, Р. М. Івах, М. М. Козяр. – К. : Кондор, 2010. – 256 с.
3.Голубкина Н. А. Лабораторный практикум по экологии : учеб. пособие для студ. сред. проф. образования / Н. А. Голубкина, М. А. Шамина. – М. : Форум: ИНФРА-М, 2004. – 225 с.

ТЕМА 8. РАСЧЕТ ДОПУСТИМОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ СТОЧНЫХ ВОД ПЕРЕД СБРОСОМ ИХ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Цель занятия: ознакомиться с методикой расчета допустимой температуры сточных вод перед сбросом их в водные объекты.

Основные понятия: температура сточных вод, допустимая температура сточных вод.

Согласно общих санитарных требований к составу и свойствам сточных вод и природных вод хозяйственно-питьевого назначения, температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться летом более чем на 3 ^{0}С, зимой – более чем на 5 ^{0}С по сравнению с максимальной естественной (природной) температурой в эту пору года или со среднемесячной (определенного месяца). Контроль температуры воды и сточных вод относится к гигиенической оценке вод.

Расчет ведут исходя из этих условий и в зависимости от вида водопользования.

Температура сточных вод (^{0}С), разрешенных к сбросу, должна удовлетворять условию:

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

где: $T_{доп}$ – допустимое повышение температуры; (Т ^{0}С +ф); $T_{в}$ – температура водного объекта до места сброса сточных вод, ^{0}С.

Вопросы для обсуждения

1. Охарактеризовать общие гигиенические требования касательно температуры природных и сточных вод.
2. Повышение средней температуры в водном объекте и ее негативное влияние на экологическое состояние водоемов и водотоков.

Практическое задание

Определить, можно ли произвести двукратный сброс нагретых сточных вод 26 июня с $T_{ст}$ = 65 С^0 в водоток со среднемесячной температурой воды $T_{в}$ = 21 С^0. Сделать выводы.

Литература

1. «Методика расчета размеров возмещения ущербов причиненных государству в результате нарушение законодательства об охране и рационального использования водных ресурсов» (от 30.06.2011). – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. – 2011. – 25 с.
2. Промислова екологія : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Я. І. Бедрій, Б. О. Білінський, Р. М. Івах, М. М. Козяр. – К. : Кондор, 2010. – 256 с.
3.Голубкина Н. А. Лабораторный практикум по экологии : учеб. пособие для студ. сред. проф. образования / Н. А. Голубкина, М. А. Шамина. – М. : Форум: ИНФРА-М, 2004. – 225 с.
4. Дмитриев В. В. Прикладная экология : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / В. В. Дмитриев; А. И. Жиров, А. Н. Ласточкин. – М. : Академия, 2008. – 325 с.

ТЕМА 9. РАСЧЕТ МАССЫ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ, ПОСТУПИВШИХ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Цель занятия: ознакомится с методиками расчета массы нефти и нефтепродуктов, поступивших в водные объекты.

Основные понятия: расчет массы нефти.

Расчет массы нефти и нефтепродуктов по фактическим данным объема разлитой нефти может быть определен по балансу между начальным количеством нефти, которая находилась в емкости, и количеством нефти, которая в ней осталась после изливания. Количество нефти в емкости определяется по данным документов о заполнении емкости или любых других данных. Расчет осуществляется по формуле:

$$М_н = М_{нач} – М_{ост},$$

где $М_н$ – масса нефти, которая поступила в водный объект, т;
$М_{нач}$ – начальная масса нефти, которая находилась в емкости, т;
$М_{ост}$ – масса нефти, которая осталась в емкости после изливания, т.

В случае разлива нефти во время погрузочно-разгрузочных работ, когда количество перекачиваемой нефти фиксируется приборами, масса сброшенной нефти устанавливается согласно показаний измерительных приборов о количестве перекачанной нефти и фактического наличия нефти в соответствующих емкостях; или рассчитывается, исходя из производительности перекачивающего механизма и времени изливания.

Методика расчета массы нефти по результатам инструментально-лабораторных измерений основана на оценке массы нефти на единице площади поверхности воды и концентрации растворенной и эмульгированной нефти в загрязненном водном слое. Масса нефти, которая поступила в водный объект, рассчитывается по формуле:

$$М_н = М_п + М_р,$$

где $M_п$ – масса нефтяной пленки, т;
$M_р$ – масса растворенной и эмульгированной нефти, т.
Масса нефтяной пленки ($М_п$) определяется по формуле:

$$M_н = M_{уд} \cdot S \cdot 10^{-6}$$

где $M_{уд}$ – удельная масса нефти на 1 м^2 поверхности воды, г/м^2;
S – площадь поверхности воды, загрязненной нефтью, м^2.

Масса нефти (т), которая перешла в водный объем в растворенном и эмульгированном состоянии ($М_р$), определяется по формуле:

$$M_н = h \cdot S \cdot \left(C_н - C_ф\right) \cdot 10^{-6}$$

где h – толщина слоя воды, загрязненного нефтью, м.

При глубинах, меньше 10 м, h принимается равной средней глубины водоема в районе нахождения нефтяного пятна. Если глубина водоема в районе нахождения нефтяного пятна больше 10 м, то h принимается равным 10 м.

S – площадь загрязнения водного объекта нефтью, м^2, которая определяется методом экспертных оценок, инструментальным методом или методом аэрофотосъемки.

$C_н$ – средняя концентрация растворенной и эмульгированной нефти в загрязненном объеме воды под нефтяным пятном, г/м^3, которая определяется по формуле:

$$C_н = (C_1 + C_2 + C_3)/3,$$

где C_1, C_2, C_3 – концентрация растворенной и эмульгированной в воде нефти на глубинах 1 м, h/2 и h м, г/м^3;

С – фоновая концентрация растворенной и эмульгированной нефти в воде этого водного объекта, г/м^3.

Данные о фоновой концентрации могут быть получены в организациях, которые проводят экологический мониторинг состояния водных объектов, или определяются контролирующими органами непосредственно в момент фиксации загрязнения по результатам инструментально-лабораторных измерений проб воды, отобранных за зоной загрязнения. Эти работы выполняются лабораториями, которые аттестованы на право проведения данных инструментально-лабораторных измерений. Финансирование работ осуществляется за счет загрязнителя. В случае, если фоновая концентрация не установлена, значение $C_ф$ принимается ровным ПДК нефти с учетом категории водопользования загрязненного водного объекта.

Практическое задание

Определить массу нефти, вылитой в результате аварийного единоразового изливания в озеро по результатам инструментально-лабораторных измерений. Исходные данные:

удельная масса нефти на 1 м^2 поверхности воды составила 4 г/м^2;

площадь поверхности воды, загрязненной нефтью составила 21 м^2;

глубина озера – 3,5 м;

концентрация растворенной и эмульгированной в воде нефти на глубине 1 м составила 2 г/м^3, на средней глубине 1,03 г/м^3 и на дне озера – 0,4 г/м^3;

фоновая концентрация не установлена.

Сделать выводы.

Литература

1. «Методика расчета размеров возмещения ущербов, причиненных государству в результате нарушение законодательства об охране и рационального использования водных ресурсов» (от 30.06.2011). – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. – 2011. – 25 с.

2. Промислова екологія : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Я. І. Бедрій, Б. О. Білінський, Р. М. Івах, М. М. Козяр. – К. : Кондор, 2010. – 256 с.

3.Голубкина Н. А. Лабораторный практикум по экологии : учеб. пособие для студ. сред. проф. образования / Н. А. Голубкина, М. А. Шамина. – М. : Форум: ИНФРА-М, 2004. – 225 с.

4. Дмитриев В. В. Прикладная экология : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / В. В. Дмитриев; А. И. Жиров, А. Н. Ласточкин. – М. : Академия, 2008. – 325 с.

ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Основы экологического пользования водными ресурсами»

1. Круговорот воды в природе.
2. Вода и ее значение для жизни на Земле.
3. Проблемы пресной воды на карте Мира.
4. Источники загрязнения пресной воды. Виды загрязнений.
5. Антропогенное влияние на воды Мирового океана.
6. Запасы и загрязнение природных вод Украины.
7. Загрязнение природных вод Донбасса. Проблемы пресной воды в Донбассе.
8. Запасы и загрязнение природных вод Российской Федерации.
9. Контроль и мониторинг качества водных объектов.
10. Рациональное использование и охрана водных ресурсов.
11. Оборотное водоснабжение и успехи его применения в Мире.
12. Условия сброса сточных вод в водоемы и водотоки.
13. Гигиеническая оценка качества вод хозяйственно-питьевого назначения.
14. Санитарная оценка качества вод хозяйственно-питьевого назначения.
15. Методы и способы государственного контроля качества природных и сточных вод.
16. Самоочищение природных вод.
17. Эвтрофикация природных водоемов.
18. Влияние загрязнения воды на здоровье человека.
19. Механическая очистка сточных вод.
20. Физико-химическая и химическая очистка сточных вод.
21. Биологическая очистка сточных вод.

ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ

аварийный сброс – сброс загрязняющих веществ с обратными водами, который произошел в результате промышленной или транспортной аварии;

ассимилирующая способность водного объекта – способность водного объекта принимать определенную массу веществ в единицу времени без нарушения норм качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования;

использование воды – процесс включения воды для использования в производстве с целью получения продукции и для хозяйственно-питьевых потребностей населения, а также без ее включения для потребностей гидроэнергетики, рыбного хозяйства, водного, воздушного транспорта и других потребностей;

вода дренажная – вода, которая профильтровалась из определенной территории и отводится с помощью дренажной системы с целью понижения уровня грунтовых вод;

вода обротная – вода, которая возвращается с помощью технических сооружений и средств из хозяйственного звена круговорота воды в его естественные звенья в виде стоковой, шахтной, карьерной или дренажной воды;

вода сточная – вода, которая образовалась в процессе хозяйственно-бытовой и производственной деятельности (кроме шахтной, карьерной и дренажной воды), а также отведенная из застроенной территории, на которой она образовалась в результате выпадения атмосферных осадков;

воды подземные – воды, которые находятся ниже уровня земной поверхности в толщах горных пород верхней части земной коры во всех физических состояниях;

воды поверхностные – воды разных водных объектов, которые находятся на земной поверхности;

водный объект – естественный или созданный искусственно элемент окружающей среды, в котором сосредоточиваются воды (море, река, озеро, водохранилище, пруд, канал, водоносный горизонт);

водопользование – использование вод (водных объектов) для удовлетворения потребностей населения, промышленности, сельского хозяйства, транспорта и других отраслей хозяйства, включая право на забор воды, сброса стоковых вод, и другие виды использования вод (водных объектов);

водохранилище – искусственный водоем вместимостью больше 1 млн.куб.м, построенный для создания запаса воды и регуляции ее стока;

загрязняющее вещество (ЗВ) – вещество, которое привносится в водный объект в результате хозяйственной деятельности человека и влечет ухудшение качества воды;

источник загрязнения вод – источник, вносящий в поверхностные или подземные воды загрязняющие воду вещества, микроорганизмы или тепло;

качество воды – характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования;

контрольный створ – поперечное сечение водного потока, в котором контролируется качество воды;

контрольные створы – места контроля качества воды водного объекта, в которых должны придерживаться установленные нормы качества воды исходя из целевого использования водного объекта;

концентрация фоновая – концентрация вещества в воде водного объекта, которая сформировалась под воздействием всех источников примесей, за исключением влияния источника, относительно которого определяется фоновая концентрация;

нормы качества воды – установленные значения показателей качества воды для конкретных видов водопользования;

предельно допустимая концентрация (ПДК) веществ в воде – установленный уровень концентрации вещества в воде, выше которого вода считается не пригодной для конкретных целей водопользования;

предельно допустимий сброс (ПДС) – масса вещества в обратной (сточной) воде, которая является максимально допустимой для отведения согласно установленного режима для этого пункта водного объекта за единицу времени;

сверхнормативный сброс загрязняющих веществ в водный объект – часть массы фактически сброшенного вещества в обратных водах, которая превышает массу вещества, максимально допустимую для отведения за расчетный период;

самовольное водопользование – осуществление специального водопользования без наличия разрешения на него;

сброс обратных вод в водный объект – объем обратных вод, отведенных в водный объект;

специальное водопользование – забор воды из водных объектов с применением сооружений или технических устройств или использования воды, для сброса загрязняющих веществ в водные объекты, включая забор воды и сброс загрязняющих веществ с обратными водами с применением каналов;

сточные воды – вода, сбрасываемая в установленном порядке в водные объекты после ее использования или поступившая с загрязненной территории;

физико-химические показатели воды – физические или химические показатели, которые нормируются по общесанитарному или органолептическому признаку вредности;

фоновый створ – поперечное сечение потока, в котором определяется фоновая концентрация вещества в воде;

фоновые значения показателей качества воды – значение показателей качества воды водоема или водотока до влияния на него источника загрязнения.

Учебное издание

Основы экологического пользования водными ресурсами

Методические указания
к практическим занятиям для студентов очной формы обучения
по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»

Составитель – Верех-Белоусова Екатерина Иосифовна

Компьютерный макет – Верех-Белоусова Е.И.
Корректор – Верех-Белоусова Е.И.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсет. Гарнитура Times New Roman.
Печать ризографная. Усл. печ.лист. 1,3. Тираж 100 экземпляров. Зак. №