

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по учебной работе

\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

элективной дисциплины, части формируемой участниками образовательных  
отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«Очистка промышленных сточных вод»**

Направление подготовки бакалавров – 18.03.02 Энерго- и  
ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и  
биотехнологии.

Направленность (профиль) – Урбанистика и охрана окружающей среды  
городских территорий.

Типы задач профессиональной деятельности: технологический,  
организационно-управленческий

Форма обучения – очная

Факультет природопользования и инженерной экологии

Кафедра «Горное дело, природообустройство и промышленная экология»

Тверь 2021

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: старший преподаватель

Л.В. Лобачева

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ГДПЭ  
«02» \_\_\_\_\_04\_\_\_\_\_ 2021\_г., протокол № 5\_\_\_\_\_.

Заведующий кафедрой

О.С. Мисников

Согласовано  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью** изучения дисциплины «Очистка промышленных сточных вод» является ознакомление студентов с технологиями, используемыми для обезвреживания, очистки и переработки промышленных стоков; формирования навыков по созданию схем очистки сточных вод различных производств.

**Задачами** дисциплины являются приобретение студентами знаний в области теоретических основ современных методов очистки промышленных сточных вод, ознакомление с основными аппаратами обезвреживания, очистки и переработки стоков; изучение алгоритмов расчетов основного оборудования; обучение современным методам анализа, разработки и создания схем очистки и обезвреживания стоков.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока1 «Дисциплины (модули)».

Для изучения курса требуется использование знаний и навыков, полученных студентами при изучении дисциплин подготовки бакалавров, «Химия», «Общая и органическая химия», «Промышленная экология» «Процессы и аппараты химической технологии».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы для дальнейшего изучения следующих дисциплин: «Химия окружающей среды», «Эксплуатация очистных сооружений водоотведения» и при выполнении технологической части выпускной квалификационной работы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

#### **Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

ПК-4: Способен обеспечивать выполнение технологического регламента работы сооружений очистки сточных вод, эксплуатации технологических процессов очистных сооружений.

Индикаторы компетенции, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИУК-2.2. Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения.

ИПК-4.1. Обеспечивает соблюдение технологического регламента работы сооружений очистки сточных вод, эксплуатации технологических процессов очистных сооружений.

ИПК-4.2. Подготавливает план природоохранных мероприятий на очистных сооружениях водоотведения; обеспечения процессов обработки осадка сточных вод, соблюдения требований безопасности.

## **Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций ИУК-2.2.**

### **Знать:**

31. Технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

### **Уметь:**

У1. Выбирать оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор.

У2. Обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов.

## **ИПК-4.1.**

### **Знать:**

32. Технологический регламент работы сооружений очистки сточных вод, эксплуатации технологических процессов очистных сооружений;

33. Методы оценки качества природных вод.

### **Уметь:**

У3. Проводить технические расчеты процессов очистки промышленных сточных вод и технологического оборудования;

У4. Проводить технологические расчеты процессов очистки природных вод и технологического оборудования.

### **Иметь опыт практической подготовки**

ПП1. Обеспечивать соблюдение технологического регламента работы сооружений очистки сточных вод, эксплуатации технологических процессов очистных сооружений.

## **ИПК-4.2.**

### **Знать:**

34. Природоохранные мероприятия на сооружениях очистки промышленных сточных вод водоотведения;

35. Технические принципы минимизации воздействия современных технологий очистки природных вод на окружающую среду.

### **Уметь:**

У3. Оценивать технологическую эффективность и экологическую безопасность процессов очистки промышленных сточных вод;

У4. Применять современные методы исследования технологических процессов.

### **Иметь опыт практической подготовки**

ПП2. Подготавливать план природоохранных мероприятий на очистных сооружениях водоотведения; обеспечения процессов обработки осадка сточных вод, соблюдения требований безопасности.

## **3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций**

Проведение лекционных занятий, практических и лабораторных занятий; выполнение курсового проекта.

## **4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы**

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	3	108
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		60
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		48
В том числе:		
Курсовая работа (КР)		не предусмотрена
Курсовой проект (КП)		23
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к защите практических и лабораторных занятий		15
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		10
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		53
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Курсовая работа (КР)		не предусмотрена
Курсовой проект (КП)		23

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Классификация сточных вод. Схемы водообеспечения и водоотведения. Условия выпуска и необходимая степень очистки	12	4	-	2	6
2	Механическая очистка сточных вод	19	4	6	3	6
3	Дисперсионный анализ суспензий методом седиментации	10	2	2	-	6
4	Адсорбционная очистка сточных вод	15	4	2	3	6

5	Очистка сточных вод методом экстракции	16	4	3	3	6
6	Ионообменная очистка сточных вод	12	4	2	-	6
7	Электрохимические методы очистки сточных вод	12	4	-	2	6
8	Реагентные методы очистки сточных вод	12	4	-	2	6
Всего на дисциплину		<b>108</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>48</b>

## 5.2. Содержание дисциплины

### **Модуль 1. Классификация сточных вод. Схемы водообеспечения и водоотведения. Условия выпуска и необходимая степень очистки.**

Классификация сточных вод промышленных предприятий. Схемы водообеспечения и водоотведения. Условия выпуска промышленных сточных вод. Определение необходимой степени очистки промышленных сточных вод

### **Модуль 2. Механическая очистка сточных вод.**

Осаждение. Скорость свободного осаждения. Скорость стесненного осаждения. Отстойники периодического, полунепрерывного и непрерывного действия. Расчет отстойников.

Гидроциклоны. Центрифугирование. Процессы в отстойных центрифугах. Конструкции центрифуг.

Фильтрация. Закономерности фильтрования. Уравнения фильтрования. Фильтровальные перегородки. Конструкции фильтров. Интенсификация работы фильтров.

Флотация. Флотационные машины.

### **Модуль 3. Дисперсионный анализ суспензий методом седиментации.**

Седиментационный анализ. Интегральная и дифференциальная кривые распределения. Анализ кривых распределения: наименьший размер частиц, наиболее вероятный размер частиц, наибольший размер частиц суспензии. Нахождение констант уравнения седиментации.

### **Модуль 4. Адсорбционная очистка сточных вод.**

Адсорбционное равновесие: теория Лэнгмюра, теория Брунауэра-Эмметта-Теллера (БЭТ), теории, учитывающие неоднородность поверхности, теория Дубинина (объемного заполнения микропор). Динамика адсорбции.

Адсорбенты. Десорбция. Адсорберы с неподвижным слоем адсорбента, адсорберы с суспендированным адсорбентом.

### **Модуль 5. Очистка сточных вод методом экстракции.**

Равновесие в гетерогенной системе жидкость-жидкость. Изотерма экстракции. Коэффициент распределения. Эффект высаливания. Методы экстракции. Одноступенчатая (однократная) экстракция. Многоступенчатая экстракция при перекрестном потоке. Многоступенчатая противоточная экстракция.

Ступенчатые (смесительно-отстойные) экстракторы. Дифференциально-контактные экстракторы: распылительные колонны, полочные колонные

экстракторы. Экстракторы с подводом внешней энергии: роторно-дисковые экстракторы, пульсационные экстракторы, центробежные экстракторы.

#### **Модуль 6. Ионообменная очистка сточных вод.**

Иониты. Общая характеристика и классификация. Сорбционные свойства и селективность. Схемы ионообменных установок: аппараты с неподвижным слоем ионита, аппараты с движущимся и кипящим слоем ионита, аппараты со смешанным слоем ионитов.

#### **Модуль 7. Электрохимические методы очистки сточных вод.**

Анодное окисление примесей. Катодное восстановление примесей. Электрокоагуляция. Электрофлотация. Электродиализ, схемы электродиализных установок

#### **Модуль 8. Реагентные методы очистки сточных вод.**

Нейтрализация. Нейтрализация смешением щелочных и кислых сточных вод. Реагентная нейтрализация кислых сточных вод. Нейтрализация щелочных сточных вод дымовыми газами.

Осаждение. Производство растворимости. Особенности ионов цинка и меди.

Окисление. Окисление цианидов молекулярным хлором. Окисление сульфидов кислородом воздуха.

### **5.3. Лабораторные работы**

#### **ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

<b>Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ</b>	<b>Наименование лабораторных работ</b>	<b>Трудоемкость в часах</b>
<b>Модуль 1.</b> <b>Цель:</b> овладение практическими навыками определения тяжелых металлов в сточных водах	Фотометрическое определение загрязняющих веществ в сточных водах на примере Cr (VI)	2
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> овладение практическими навыками удаления из сточных вод синтетических поверхностно-активных веществ на флотационной установке	Определение эффекта удаления из сточных вод синтетических поверхностно-активных веществ на флотационной установке	3
<b>Модуль 4</b> <b>Цель:</b> овладение практическими навыками определения адсорбционной емкости активированных углей при очистке сточных вод сорбционным методом.	Определение адсорбционной емкости активированных углей при очистке сточных вод сорбционным методом	3
<b>Модуль 5</b> <b>Цель:</b> овладение практическими навыками очистки сточных вод от нефтепродуктов сорбционным методом.	Адсорбционная очистка сточных вод от нефтепродуктов	3
<b>Модуль 7</b> <b>Цель:</b> овладение практическими навыками очистки сточных вод от загрязнений методом электрокоагуляции	Электрокоагуляционная очистка сточных вод на примере Cr (VI)	2

<b>Модуль 8</b> <b>Цель:</b> овладение практическими навыками очистки сточных вод от загрязнений реагентными методами	Химическая очистка сточных вод на примере Cr (VI)	2
--	---	---

## 5.4. Практические работы

Таблица 4. Тематика практических занятий

Порядковый номер модуля Цели практических занятий	Наименование практического занятия	Трудоемкость в часах.
<b>Модуль 2.</b> <b>Цель:</b> овладение практическими навыками расчета сооружений механической очистки сточных вод.	Расчет поверхности осаждения отстойника. Определение числа центрифуг, эквивалентных по производительности отстойнику.	2
	Определение число гидроциклонов, эквивалентных по производительности отстойнику.	2
	Определение числа фильтров периодического действия.	2
<b>Модуль 3</b> <b>Цель:</b> изучение дисперсионного анализа суспензий методом седиментации.	Определение констант уравнения седиментации. Расчет константы и характерных точек кривых распределения. Построение интегральной и дифференциальной кривых распределения частиц суспензии по радиусам. Определение размера частиц, которые необходимо осадить из суспензии для получения заданной степени очистки.	2
<b>Модуль 4</b> <b>Цель:</b> овладение практическими навыками определения характеристик сорбционного процесса очистки сточных вод	Определение констант уравнения Лэнгмюра. Определение степени извлечения мазута при трехкратной последовательной обработке.	2
<b>Модуль 5</b> <b>Цель:</b> овладение практическими навыками определения характеристик экстракционного процесса очистки сточных вод	Определение коэффициента распределения, степени извлечения и экстракционного фактора. Построение рабочих линий и степеней извлечения процессов однократной экстракции, трехступенчатой экстракции с перекрестными потоками, трехступенчатой противоточной экстракции.	3
<b>Модуль 6</b> <b>Цель:</b> овладение практическими навыками определения характеристик ионообменного процесса очистки сточных вод.	Определение общей, равновесной и рабочей обменной емкости ионита.	2

## 6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости

### 6.1. Цели самостоятельной работы



Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

## 6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим и лабораторным работам, к текущему контролю успеваемости, в выполнении курсового проекта и подготовке к зачету.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдается задание на курсовую работу. Варианты исходных данных распределяются студентами академической группы самостоятельно. Курсовой проект выполняется в соответствии с методическими указаниями по выполнению курсового проекта, разработанными на кафедре ГДПЭ.

В рамках дисциплины выполняется 6 лабораторных работ, которые защищаются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждую выполненную лабораторную работу – 5 баллов, минимальная – 3 балла.

В рамках дисциплины выполняется 7 практических работ, которые защищаются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждую выполненную практическую работу – 5 баллов, минимальная – 3 балла.

Выполнение всех лабораторных и практических работ обязательно. В случае невыполнения лабораторной или практической работы по уважительной причине студент имеет право выполнить письменный реферат, по согласованной с преподавателем теме по модулю, по которому пропущена лабораторная или практическая работа. Возможная тематическая направленность реферативной работы для каждого учебно-образовательного модуля представлена в следующей таблице:

Таблица 5. Темы рефератов

№ п/п	Модули	Возможная тематика самостоятельной реферативной работы
1.	Модуль 1	Классификация сточных вод промышленных предприятий.
		Условия выпуска промышленных сточных вод в проточный водоем
2.	Модуль 2	Интенсификация работы фильтров
		Конструкции центрифуг
3.	Модуль 3	Седиментационный анализ.
		Область применения интегральной и дифференциальной кривых распределения.
4.	Модуль 4	Адсорбционное равновесие
		Конструкции адсорберов

5.	Модуль 5	Методы экстракции
		Конструкции экстракторов
6	Модуль 6	Иониты и их свойства
		Конструкции ионообменных аппаратов
7.	Модуль 7	Электрокоагуляция
		Электрофлотация
8.	Модуль 8	Реагентная нейтрализация кислых сточных вод.
		Окисление сульфидов кислородом воздуха

Оценивание в этом случае осуществляется путем устного опроса проводится по содержанию и качеству выполненного реферата.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература по дисциплине

1. Санитарные правила и нормы. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : СанПиН 1.2.3685-21. - Москва : Стандартинформ, 2021. - Внешний сервер. - Текст : электронный. - URL: [https://biotorg.com/upload/medialibrary/039/SanPiN-1.2.3685\\_21.pdf](https://biotorg.com/upload/medialibrary/039/SanPiN-1.2.3685_21.pdf) . - (ID=151258-0)
2. Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов по спец. "Водоснабжение и водоотведение" напр. подготовки дипломир. специалистов спец. "Строительство" : в составе учебно-методического комплекса / Ю.В. Воронов; под общ. ред. Ю.В. Воронова . - 5-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Ассоциация строительных вузов, 2009. - 760 с. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 753 - 754. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-93093-119-4 : 520 p. - (ID=80033-3)
3. Белоконов, Е.Н. Водоотведение и водоснабжение : учебное. пособие для бакалавров по направлению "Строительство", "Природообустройство", "Водные ресурсы и водопользование" : в составе учебно-методического комплекса / Е.Н. Белоконов, Т.Е. Попова, Г.Н. Пурас. - 2-е изд. - Ростов н/Д : Феникс, 2012. - 379 с. - (Высшее образование). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-222-19813-1 : 280 p. - (ID=95145-5)
4. Ласков, Ю.М. Примеры расчетов канализационных сооружений : учеб. пособие для вузов по спец. "Водоснабжение и канализация" и "Рациональное использование водных ресурсов и обезвреживание промышленных токов" / Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И. Калищун. - 3-е изд. ; перераб. и доп., стер. - Москва : Альянс, 2014. - 256 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-904034-32-1 : 580 p. - (ID=105165-4)

### 7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Новиков, А.В. Улучшение качества природных и очистка сточных вод : учеб. пособие для вузов по напр. подготовки дипломир. специалиста 280400 "Природообустройство". Ч. 1 / А.В. Новиков, Ю.Н. Женихов; Тверской гос.

- техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2006. - Сервер. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - (ID=61419-1)
2. Новиков, А.В. Улучшение качества природных и очистка сточных вод : учеб. пособие для вузов по напр. подготовки дипломированного спец. 280400 "Природообустройство" : в составе учебно-методического комплекса. Ч. 1 / А.В. Новиков, Ю.Н. Женихов; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2006. - 111 с. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7995-0365-1 : 79 р. 50 к. - (ID=61649-88)
  3. Водоподготовка и очистка сточных вод : справочник / ред. О. Комарова. - [Москва] : Отраслевые ведомости, 2018. - CD. - Текст: электронный. - 150 р. - (ID=132479-1)
  4. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков : учеб. пособие для вузов по спец. "Защита окружающей среды" и "Безопасность жизнедеятельности": в составе учебно-методического комплекса / Д.А. Кривошеин [и др.]. - М. : Высшая школа, 2008. - 344 с. : ил. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 340. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-06-005969-4 : 325 р. 60 к. - (ID=77562-12)
  5. Благоразумова, А.М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод : учебное пособие / А.М. Благоразумова. - 2-е изд. ; доп. и испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 21.07.2022. - ISBN 978-5-8114-1676-9. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211622> . - (ID=106045-0)
  6. Соколов, Л.И. Очистка эмульсионных сточных вод в машиностроении : монография / Л.И. Соколов. - Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9729-0685-7. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/115222> . - (ID=147238-0)
  7. Гудков, А.Г. Механическая очистка сточных вод : учебное пособие / А.Г. Гудков. - 2-е изд. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. - ЦОР IPR SMART. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9729-0311-5. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/86601> . - (ID=147244-0)
  8. Карманов, А.П. Технология очистки сточных вод: учебное пособие / А.П. Карманов, И.Н. Полина. - 2-е изд. - Москва : Инфра-Инженерия, 2018. - ЦОР IPR SMART. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9729-0238-5. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/78241> . - (ID=147263-0)

### **Периодические издания**

1. Водоснабжение и санитарная техника : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - URL: <http://www.vstmag.ru/> . - (ID=77123-0)

2. Экология и промышленность России : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - URL: <http://www.ecology-kalvis.ru/index.php/jour/index> . - (ID=77908-0)

### **7.3. Методические материалы**

1. Лобачева, Л.В. Расчет сооружений для подготовки питьевой и технической воды : метод. указ. к курсовому проектированию для спец. 280201 "Охрана окр. среды и рациональное использование природных ресурсов" : в составе учебно-методического комплекса / Л.В. Лобачева; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ПОЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - 32 с. : ил. - (УМК-М). - Библиогр. : с. 31. - Текст : непосредственный. - 15 р. 20 к. - (ID=77920-95)
2. Очистка сточных вод от нефтемаслопродуктов сорбционным методом : лаб. практикум / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ПОЭ ; сост.: В.И. Косов, С.Р. Испирян. - Тверь, 2001. - ил. - [б. ц.]. - (ID=7309-6)
3. Учебно-методический комплекс дисциплины по выбору вариативной части Блока 1 "Очистка промышленных сточных вод" направление подготовки бакалавров 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. Профиль: Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов; направление подготовки бакалавров 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. Профиль: Урбанистика и охрана окружающей среды городских территорий : ФГОС 3++ / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. Горное дело, природообустройство и промышленная экология ; сост. Л.В. Лобачева. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/114965> . - (ID=114965-1)

### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1,2,3,4. -

М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)

9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/114965>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

При изучении дисциплины «Очистка промышленных сточных вод» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью мультипроектора. Аудитория для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий, проведения защит и презентаций курсовых проектов оснащена современной компьютерной и офисной техникой, электронными учебными пособиями.

## **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

### **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачёта.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем по согласованию с заведующим кафедрой:

по результатам текущего контроля знаний, обучающегося без дополнительных контрольных испытаний.

3. Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при условии выполнения практических занятий и курсового проекта.

### **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы**

1. Шкала оценивания курсового проекта – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Примерная тематика курсового проекта.

1. Очистка сточных вод металлургического комбината (травильный цех).

2. Очистка сточных вод кожевенного завода.

3. Очистка сточных вод производства вискозного волокна.

4. Очистка сточных вод меховой фабрики.

5. Очистка сточных вод мясокомбината (колбасный) цех.

6. Очистка сточных вод бумажного комбината.

7. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающего комбината.

8. Очистка сточных вод машиностроительного предприятия (гальванический цех).
9. Очистка сточных вод комбината по производству удобрений.
10. Очистка сточных вод нефтехимического комбината (производство фенолов).

Каждому обучающемуся выдаётся индивидуальное наименование предприятия, для которого подбирается и рассчитывается технологическая схема очистки сточных вод. Студент по согласованию с преподавателем может самостоятельно выбрать объект курсового проекта на базе организации или предприятия, на котором проводится практика или научно-исследовательская работа.

Курсовой проект может являться этапом подготовки к написанию ВКР.

3. Критерии оценки качества выполнения, как по отдельным разделам курсового проекта, так и проекта в целом.

Разделы курсового проекта по дисциплине «Очистка промышленных сточных вод»:

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
1	Общая часть (описание основных источников загрязнения водоемов, расчет допустимого значения сброса сточных вод в водоем)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Специальная часть (описание технологической схемы производства, расчет основных сооружений схемы)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
	Заключение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Список использованных источников	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Приложения (чертеж технологической схемы очистки; чертеж одного из основных сооружений технологической схемы )	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовой проект:

«отлично» – при сумме баллов от 20 до 24;

«хорошо» – при сумме баллов от 15 до 19;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 10 до 14;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 10, а также при любой другой сумме, если по разделам «Общая часть», «Специальная часть» или «Приложения» работа имеет 0 баллов.

Требования и методические указания по структуре, содержанию и выполнению проекта, а также критерии оценки, оформлены в качестве отдельно выпущенного документа на кафедре ГДПЭ.

Курсовой проект состоит из титульного листа, содержания, введения, общей части, специальной части, заключения, списка использованных источников, приложения. Текст должен быть структурирован, содержать рисунки и таблицы. Рисунки и таблицы должны располагаться сразу после ссылки на них в тексте таким образом, чтобы их можно было рассматривать без поворота курсового проекта. Если это сложно, то допускается поворот по часовой стрелке.

Во введении необходимо отразить актуальность, цель и задачи курсовой работы. Объем должен составлять 1-2 страницы.

Общий объем пояснительной записки к курсовому проекту составляет 20 -25 страниц машинописного текста формата А4. Графическая часть работы – два листа формата А3.

В заключении необходимо сделать выводы по работе.

Защита курсового проекта проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы.

В процессе выполнения обучающимся курсового проекта руководитель осуществляет систематическое консультирование.

Курсовой проект не подлежит обязательному внешнему рецензированию. Рецензия руководителя обязательна и оформляется в виде отдельного документа.

Курсовые проекты хранятся на кафедре в течение трех лет.

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.**

Студенты очной формы обучения перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с возможностью получения оценки по результатам текущей успеваемости, с формами защиты выполненных лабораторных и практических работ, а также планом выполнения курсового проекта.

Задание студентам очной формы обучения на курсовой проект выдается на 2 неделе семестра.

В учебном процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Рекомендуется обеспечить студентов, изучающих дисциплину, электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению лабораторных работ, к выполнению курсового проекта, а также всех видов самостоятельной работы.

## **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.