

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 18 » 10 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.12.2 «Техника очистки сточных вод»
Направление подготовки (специальности) 18.03.01 «Химическая технология»
Профиль подготовки «Химическая технология органических веществ»
Квалификация (степень) выпускника бакалавр
Форма обучения заочная
Институт, факультет ИННХ
Кафедра-разработчик рабочей программы Технология основного органического
и нефтехимического синтеза
Курс, семестр 4 курс, 8 семестр

	Часы	Зачетные единицы	
Лекции	4	0,11	
Практические занятия			
Семинарские занятия			
Лабораторные занятия	6	0,17	
Самостоятельная работа	58	1,61	
Форма аттестации	Зачет	4	0,11
Всего	72	2	

Казань, 2018 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Техника очистки сточных вод» являются:

- а) изучение теоретических основ и технологических процессов очистки сточных вод: гидромеханических, химических, физико-химических и биологических;
- б) подготовка студентов к самостоятельному проектированию всего комплекса очистных сооружений на базе современных достижений отечественной и зарубежной науки и техники в этой области.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Техника очистки сточных вод» относится к дисциплине по выбору и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Техника очистки сточных вод» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- Б.1.Б.9 Экология
- Б.1.Б.10 Общая и неорганическая химия
- Б.1.Б.11 Органическая химия
- Б.1.Б.12 Физическая химия
- Б.1.Б.14 Коллоидная химия
- Б.1.Б.19 Общая химическая технология
- Б.1.Б.20 Процессы и аппараты химической технологии

Знания, полученные при изучении дисциплины «Техника очистки сточных вод» могут быть использованы при прохождении производственной и преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

3. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

ПК-2 готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования

ПК-18 готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать:
 - а) классификацию сточных вод;
 - б) принципы создания бессточных производств;
 - в) современные инновационные технологии очистки сточных вод;
 - г) теоретические основы очистки сточных вод.
- 2) Уметь:
 - а) применять полученные знания для разработки технологии очистки сточных вод;
 - б) осуществлять выбор оптимальной схемы очистки сточной воды;
 - в) производить оценку эффективности существующей схемы очистных сооружений.
- 3) Владеть:
 - а) способностью обобщать практические результаты работы и предлагать инновационные решения, к резюмированию и аргументированному отстаиванию своих решений;
 - б) способностью принимать управленческие и технические решения;

в) способностью самостоятельно планировать, проводить, обрабатывать и оценивать эксперимент;

г) способностью к творческому осмыслению результатов эксперимента, разработке рекомендаций по их практическому применению, выдвижению научных идей;

д) способностью представлять итоги профессиональной деятельности в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с предъявляемыми требованиями.

4. Структура и содержание дисциплины «Техника очистки сточных вод»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия)	Лабораторные работы	СРС	
1	Введение. Классификация методов очистки сточных вод. Гидромеханические методы очистки сточных вод.	8	2	-	3	8	
2	Химические методы очистки сточных вод.			-	-	12	
3	Электрохимические методы очистки сточных вод.		-	-	-	12	
4	Физико-химические методы очистки сточных вод. Биохимические методы очистки сточных вод.		2	-	3	12	
5	Термические методы обезвреживания сточных вод.		-	-	-	14	
Всего:			4		6	58	
Форма аттестации						Зачет	

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение. Классификация методов очистки сточных вод. Гидромеханические методы очистки сточных вод.	2	Теоретические основы механической очистки сточных вод для удаления нерастворимых примесей. Современное оборудование.	Введение. Место дисциплины в системе экологических наук. Связь со смежными дисциплинами. Цели и задачи защиты водного бассейна. Потребность воды для технологических процессов. Методы подготовки технологической воды. Объем и виды сточных вод. Пути уменьшения количества сточных вод. Классификация методов очистки сточных вод от взвешенных частиц, от растворимых минеральных и органических примесей. Характеристика нерастворимых примесей в воде. Области применения методов удаления взвешенных частиц, процеживание сточных вод через решетки, сита, фракционаторы.	ОПК-1 ПК-2 ПК-18

				<p>Эффективность процесса. Потеря напора. Отстаивание. Скорость осаждения частиц. Кинетика осаждения. Процессы осаждения частиц в песколовках, горизонтальных, радиальных и вертикальных отстойниках. Отстаивание в тонком слое жидкости. Осветлители. Области применения и конструкции осветлителей. Эффективность процесса отстаивания. Удаление всплывающих примесей (нефть, масла, смолы, жиры и т.д.). Составы и характеристики сточных вод, содержащих всплывающие примеси. Удаление твердых и жидких веществ из сточных вод в открытых и напорных гидроциклонах. Производительность и эффективность гидроциклонов. Удаление примесей в центрифугах. Области применения осадительных и фильтрующих центрифуг.</p>	
2	Физико-химические и биохимические методы очистки сточных вод.	2	<p>Инновационные технологии очистки сточных вод от твердых и взвешенных частиц и растворенных примесей физико-химическими методами.</p>	<p>Адсорбционная очистка сточных вод. Механизм процесса. Аппаратурное оформление. Адсорберы с неподвижным слоем адсорбента, с движущимся и псевдооживленным слоем. Расход сорбента. Методы регенерации адсорбентов. Ионный обмен. Физико-химические основы процесса. Природные и синтетические, органические и неорганические иониты. Свойства ионообменных процессов. Скорость ионного обмена. Установки периодического и непрерывного действия. Аппараты с псевдооживленным слоем.</p> <p>Использование процессов перегонки, ректификации, азеотропной дистилляции и отгонки с водяным паром для очистки сточных вод. Области применения. Схемы установок и аппаратура.</p> <p>Использование процессов кристаллизации для выделения веществ, загрязняющих сточные воды. Кинетика кристаллизации. Башенные, барботажные кристаллизаторы и кристаллизаторы со взвешенным слоем. Термоумягчители. Вакуум-кристаллизаторы.</p> <p>Очистка сточных вод десорбцией, инертными газами и «острым» паром, дымовыми газами и нагреванием воды. Области и условия применения. Методы дезодорации. Сущность процессов. Схемы установок. Эффективность. Области применения, достоинства и недостатки методов. Максимальная концентрация загрязнений, не влияющая на биохимический процесс. Состав активного ила и биопленки. Биохимические показатели. Закономерности распада органических веществ. Механизм образования и распада хлопьев активного ила. Модели роста активного ила. Кинетика ферментативных реакций. Абсорбция и потребление кислорода. Влияние биогенных элементов на процесс окисления. Аэробные методы очистки. Очистка в естественных сооружениях. Очистка в искусственных сооружениях. Технологические схемы очистки.</p>	ОПК-1 ПК-2 ПК-18

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)
Учебным планом практические занятия не предусмотрены.

7. Содержание лабораторных занятий

Целью проведения лабораторных занятий является освоение лекционного материала, касающегося сущности основных методов очистки воды, а также выработка студентами определенных умений, связанных с анализом воды и поиском условий осуществления технологических процессов.

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории Е-401 кафедры ТООНС без использования специального оборудования.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема семинара, практического занятия, лабораторного практикума	Формируемые компетенции
1	Гидромеханические методы очистки сточных вод	2	Расчет песколовков. Расчет отстойников. Решение задач	ОПК-1 ПК-2 ПК-18
2	Физико-химические методы очистки сточных вод	2	Расчет нефтеловушек и фильтров. Решение задач	ОПК-1 ПК-2 ПК-18
3	Биохимические методы очистки сточных вод	2	Расчет аэротенка-смесителя	ОПК-1 ПК-2 ПК-18
Итого:		6		ПК-18

8. Самостоятельная работа

Учебным планом предусмотрена самостоятельная работа студента в количестве 56 часов.

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Гидромеханические методы очистки сточных вод. Фильтрование. Фильтры с зернистой и плавающей загрузкой. Фильтрование. Область применения и эффективность процесса. Фильтрование сточных вод через тканевые перегородки. Характеристики перегородок и условия их выбора. Основные конструкции фильтров. Фильтрование через сетчатые элементы. Микрофильтры и барабанные сетки. Фильтрование через слой зернистого материала. Материалы для фильтрующих слоев. Механизм процесса. Кинетика фильтрования. Конструкция медленных и скоростных фильтров. Промывка фильтров. Фильтрование эмульсированных веществ. Принцип действия и области применения магнитных фильтров. Конструкции решеток. Конструкции песколовков, отстойников. Гидроциклоны и центрифуги.	8	Подготовка к лабораторным работам.	ОПК-1 ПК-2 ПК-18
2	Химические методы очистки сточных вод. Области применения процессов нейтрализации сточных вод. Реагенты для нейтрализации. Нейтрализация смешением и добавлением реагентов, фильтрованием через нейтрализующие материалы, кислыми газами. Технологические схемы и аппараты процесса нейтрализации. Эффективность процесса. Автоматический контроль. Очистка сточных вод методами окисления и восстановления. Характеристика окислителей. Область применения и эффективность. Окисление газообразным хлором и хлорсодержащими веществами, перманганатом калия, пероксидом водорода, пероксодержащими кислотами, пиролюзитом. Реакции окисления.	12		ОПК-1 ПК-2 ПК-18

	<p>Расход окислителей. Окисление кислородом воздуха. Нейтрализация, окисление, восстановление. Механизмы. Кристаллизация. Технологическое оформление процесса нейтрализации. Технологическое оформление процесса окисления загрязнителей сточных вод. Технологическое оформление процесса восстановления загрязнителей сточных вод. Озонирование сточных вод. Свойства озона и методы его получения. Механизм процесса озонирования. Схемы установок и аппаратура.</p> <p>Радиационное окисление. Сущность метода и области применения. Очистка восстановлением. Характеристика восстановителей. Примеры использования восстановления.</p>			
3	<p>Физико-химические методы очистки сточных вод. Очистка от СПАВ. Классификация ПАВ. Биоразлагаемые и бионеразлагаемые СПАВ. Методы очистки. Методы контроля. Коагуляция. Электролитная коагуляция. Порог коагуляции. Правило Шульца-Гарди. Флокуляция. Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод коагуляцией и флокуляцией. Схемы устройства камер хлопьеобразования. Условия работы. Ионнообменные процессы. Кинетика ионного обмена. Фильтры ионитовые смешанного действия (ФИСД): назначение, принцип работы. Флотация. Влияние ПАВ на эффективность флотации. Вакуумная флотация. Напорная флотация. ИмPELLерная флотация. Флотация с подачей воздуха через пористые материалы. Электрофлотация. Адсорбция. Изотермы адсорбции. Хемосорбция. Технологическое оформление процессов адсорбции: статический и динамический варианты. Принципиальные схемы одноступенчатой и многоступенчатой экстракции. Достоинства и недостатки. Классификация экстракционных аппаратов. Схема устройства двухступенчатого смешительно-отстойного экстрактора. Принцип действия. Достоинства и недостатки. Флотация. Механизм образования комплекса пузырек-частица. Скорость движения частиц и пузырьков газа. Эффективность процесса. Напорные установки. Конструкция флотаторов. Эрлифтные установки. Флотация с механическим диспергированием воздуха. Принципы химической, биологической и ионной флотации. Области применения.</p>	12		ОПК-1 ПК-2 ПК-18
4	<p>Электрохимические методы очистки сточных вод. Физико-химические основы. Технология очистки воды с использованием отдельных видов электрохимической обработки. Электрокоагуляционная и электрофлотационная очистка промышленных сточных вод. Электролиз в очистке сточных вод. Электрохимическое окисление и восстановление. Технологические схемы процессов. Рекуперационные технологические процессы, основанные на электролизе. Электролиз в очистке сточных вод.</p>	12	Подготовка к лабораторным работам.	ОПК-1 ПК-2 ПК-18
5	<p>Биохимические методы очистки сточных вод. Очистка в естественных сооружениях. Очистка в искусственных сооружениях. Методы уплотнения осадков активного ила. Сушка осадков сточных вод. Аэротенки. Способы аэрации сточных вод. Очистка в биофильтрах. Применение кислорода для аэрации сточных вод. Анаэробные методы биологической очистки. Механизм брожения. Конструкции метантенков. Совместная очистка промышленных и бытовых сточных вод.</p>	12		ОПК-1 ПК-2 ПК-18

	Методы уплотнения осадков активного ила. Сушка осадков.			
6	Термические методы обезвреживания сточных вод. Области применения. Требования к установкам термического обезвреживания. Концентрирование сточных вод в выпарных установках. Термоокислительные методы обезвреживания жидких отходов. «Огневой» метод, конструкция печей. Установки с рекуперацией тепла и газоочисткой. Оценка термических методов обезвреживания сточных вод. Захоронение сточных вод. Технологическая схема установки огневого обезвреживания сточных вод, содержащих органические вещества: аппаратное оформление, условия проведения процесса. Циклонные камеры и печи с псевдоожиженным слоем: принцип действия, достоинства и недостатки. Принципиальные технологические схемы установок огневого обезвреживания сточных вод, содержащих органические вещества. Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод производства методом термokatалитического окисления в парогазовой фазе. Захоронение сточных вод.	14		ОПК-1 ПК-2 ПК-18
Итого:		58		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Техника очистки сточных вод» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в Положении о рейтинговой системе.

Промежуточная аттестация производится в конце семестра путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам экзамена.

Максимальный итоговый рейтинг за семестр составляет 100 и состоит:

- а) рейтинг самостоятельной работы студентов;
- б) рейтинг лабораторных занятий;

Рейтинг самостоятельной работы студентов – это оценка за выполнение контрольной работы (внеаудиторной). Внеаудиторная контрольная работа состоит из теоретической части. Максимальный рейтинг – 70 баллов. Темы контрольных заданий и их рейтинг приведены в ФОС.

Рейтинг лабораторных занятий – это оценка за решение 3-х задач, выполняемой на лабораторных занятиях. Варианты задач и их рейтинг приведены в ФОС. Максимальный рейтинг – 10 баллов за каждую задачу. В конце семестра подсчитывается рейтинг семестра, максимальное значение которого 100 баллов.

Итоговый рейтинг переводится в оценку:

от 87 до 100 баллов	отлично
от 73 до 87 баллов	хорошо
от 60 до 73 баллов	удовлетворительно
до 60 баллов	не удовлетворительно

Результаты рейтинга приведены в таблице.

Оценочные средства	Балл за точку	Кол-во точек	Min, баллов	Max, баллов
Контрольная работа (внеаудиторная)	70	1	45	70
Лабораторные занятия	10	3	15	30
Итого:			60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Техника очистки сточных вод» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Водоотведение : учебник / Ю.В. Воронов, Е.В. Алексеев, В.П. Саломеев, Е.А. Пугачёв; под общ. ред. Ю.В. Воронова. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 415 с	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/bookread2.php?book=940309 Доступ из любой точки Интернета после регистрации IP-адресов в КНИТУ
2. Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод: учеб. пособие / А.В. Луканин. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 242 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/bookread2.php?book=610262 Доступ из любой точки Интернета после регистрации IP-адресов в КНИТУ
3. Водоотведение: учебник / Ю.В. Воронов, Е.В. Алексеев, В.П. Саломеев, Е.А. Пугачёв; под общ. ред. Ю.В. Воронова. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 415 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=858885 Доступ из любой точки Интернета после регистрации IP-адресов в КНИТУ
4. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения: учебник / Г.Н. Жмаков. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 237 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/bookread2.php?book=780625 Доступ из любой точки Интернета после регистрации IP-адресов в КНИТУ
5. Ярошевский, А.Б. Технология очистки сточных вод [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Б. Ярошевский, С.М. Романова, А.М. Мадякина, И.Г. Шайхиев. – Электрон. дан. – Казань: КНИТУ, 2016. – 84 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/102107 Доступ из любой точки Интернета после регистрации IP-адресов в КНИТУ
6. Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод: учебное пособие / А.В. Луканин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 242 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=545501 Доступ из любой точки Интернета после регистрации IP-адресов в КНИТУ
7. Технология защиты окружающей среды (теоретические основы): Учебное пособие/А.Г.Ветошкин, К.Р.Таранцева, А.Г.Ветошкин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 362	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=429200 Доступ из любой точки Интернета после регистрации IP-адресов в КНИТУ
8. Степанова С.В., Романова С.М., Ярошевский А.Б. Процессы и аппараты защиты гидросферы. - Казань: Изд-во КГТУ, 2010. - 319 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

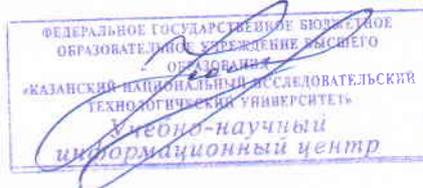
Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды: Учебное пособие / К.Р. Таранцева, К.В. Таранцев. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 412 с	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/bookread2.php?book=429195 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Василенко Л.Б., Никифоров А.Ф., Лобухина Т.В. Методы очистки промышленных сточных вод.- Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2009.- 173 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Техника очистки сточных вод» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
2. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
3. ЭБС «IPRbooks» – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
4. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
5. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>
6. ЭБС «Znanium.com» – Режим доступа: <http://znanium.com/>

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ



И.И. Усольцева

11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства текущей успеваемости и промежуточной аттестации бакалавров по итогам освоения дисциплины «Техника очистки сточных вод» разработано согласно положению о Фондах оценочных средств и представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

Темы внеаудиторных контрольных работ (1 комплект – 30 тем).

Комплект заданий для лабораторной работы №1:

- расчет песколовков (1 комплект – 30 вариантов)
- расчет отстойников (1 комплект – 20 вариантов)

Комплект заданий для лабораторной работы №2:

- расчет нефтеловушек (1 комплект – 15 вариантов)
- расчет фильтров (1 комплект – 5 вариантов)

Комплект заданий для лабораторной работы №3:

- расчет азротенка (1 комплект – 10 вариантов)

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом на репродуктивном уровне, когнитивные умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов.

Примеры контролирующих материалов приведены в ФОС.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины «Техника очистки сточных вод» используются:

Для проведения лекционных занятий имеются раздаточные материалы.

Для проведения лабораторных занятий имеется аудитория со следующим обеспечением:

- проектор с экраном
- компьютер с выходом в Интернет

Для текущего контроля знаний студентов, полученных при самостоятельном изучении лекционного курса и в период промежуточной аттестации, используется пакет контрольных вопросов, заданий и практических задач.

13. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Техника очистки сточных вод» учебным планом предусмотрено 6 часов интерактива.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.12.2 «Техника очистки сточных вод»

По направлению 18.03.01 «Химическая технология»

для профиля /программы/специализации/направленности «Химическая технология органических веществ»

для набора обучающихся 2019 года заочной формы обучения

пересмотрена на заседании кафедры Технология основного органического и нефтехимического синтеза

№ п/п	Дата переутверждения РП	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ Китаева Л.А.
1	Протокол заседания кафедры №12 от 02.07.2019)	Есть*	Нет			

*Внесены дополнения в пункт Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

В учебном процессе используется лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение MS Office 2007 Russian

Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: elibrary.ru.