МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.02.17 «Моделирование технологических процессов очистки сточных вод»

Код и направление подготовки (специальность)	08.03.01 Строительство
Направленность (профиль)	Водоснабжение и водоотведение
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Строительно-технологический факультет
Выпускающая кафедра	Кафедра "Водоснабжение и водоотведение"
Кафедра-разработчик	Кафедра "Водоснабжение и водоотведение"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Самара 2023

Б1.В.02.17 «Моделирование технологических процессов очистки сточных вод»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **08.03.01 Строительство**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 481 от 31.05.2017 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат технических наук, доцент	М.Д Черносвитов
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	А.К. Стрелков, доктор технических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	М.В Шувалов, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	А.К. Стрелков, доктор технических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 6
4.1 Содержание лекционных занятий 6
4.2 Содержание лабораторных занятий 7
4.3 Содержание практических занятий 8
4.4. Содержание самостоятельной работы 9
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 10
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 10
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 11
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 11
9. Методические материалы 11
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 13

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-2 Способность выполнять обоснование проектных решений систем водоснабжения и водоотведения	ПК-2.1 Выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	Владеть методикой сравнения проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания
			Знать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектных решений систем водоснабжения и водоотведения
			Уметь производить выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания
		ПК-2.2 Выполнение гидравлического расчета объектов систем водоснабжения и водоотведения	Знать нормативные документы, устанавливающие требования к подготовке текстовой части проектной документации систем водоснабжения и водоотведения
			Уметь выполнять гидравлические расчеты объектов систем водоснабжения и водоотведения
		ПК-2.3 Выполнение расчетов технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения	Уметь выполнять расчеты технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-2	Водоотведение и очистка сточных вод; Водоснабжение; Гидрология; Многовариантное проектирование водопроводной сети на ЭВМ; Надежность систем водоснабжения и водоотведения; Насосные и воздуходувные станции; Практико-ориентированный проект; Прикладная химия и экология гидросферы; Сбор и переработка твердых бытовых отходов; Теплотехника; Химия и микробиология воды	Водоотведение и очистка сточных вод; Водоснабжение промышленных предприятий; Выбор и обоснование технологии очистки природных и сточных вод; Защита от коррозии сооружений водоснабжения и водоотведения; Моделирование и оптимизация территориальных систем водоотведения; Мониторинг состояния водной среды и экологический аудит; Новые инженерно-технические решения очистки природных и сточных вод; Обработка осадков природных и сточных вод; Практико-ориентированный проект; Санитарно-техническое оборудование зданий	Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения; Водоотводящие системы промышленных предприятий; Научные исследования; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика; Физико-химические методы очистки природных и сточных вод

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	7 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	48	48
Лабораторные работы	16	16
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Внеаудиторная контактная работа, КСР	3	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	21	21
написание рефератов	21	21
Контроль	36	36
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ	4	2	16	9	31
2	Математические методы в научных исследованиях	4	8	0	4	16
3	Измерительные устройства и методика измерения величин в исследованиях по водоснабжению и водоотведению	4	0	0	2	6
4	Технологическое моделирование процессов отстаивания	2	4	0	4	10
5	Биологическая очистка ПСВ	2	2	0	2	6
	КСР	0	0	0	0	3
	Контроль	0	0	0	0	36
	Итого	16	16	16	21	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	**Содержание лекции** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
7 семестр				
1	Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ	Научные исследования в области водоснабжения и водоотведения	Проблемы научных исследований в области водоснабжения и водоотведения. Перспективы развития водопроводно- канализационного хозяйства. Характеристика основных этапов НИР. Источники информации. Рекомендации по составлению литературного обзора.	2
2	Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ	Эксперимент	Эксперимент. (Задачи и виды, стратегия и тактика эксперимента; критерий планирования, выбор варьируемых факторов; предварительная оценка результатов; типичные ошибки начинающих). Корректировка программы экспериментов и совершенствование моделей.	2
3	Математические методы в научных исследованиях	Основы теории случайных ошибок	Основы теории случайных ошибок; исключение случайных ошибок методами математической статистики; операции с приближенными числами; дисперсионный анализ.	2
4	Математические методы в научных исследованиях	Математические методы	Корреляционный и регрессивный анализ; методы оценки гипотез; математическое описание исследуемых процессов	2

5	Измерительные устройства и методика измерения величин в исследованиях по водоснабжению и водоотведению	Основные величины в системах водоснабжения и водоотведения	Основные величины, измеряемые в системах водоснабжения и водоотведения. Требования к КИП. Измерение уровней жидкости, давлений и перепадов давлений. Объемный метод измерения расходов жидкости	2
6	Измерительные устройства и методика измерения величин в исследованиях по водоснабжению и водоотведению	Основные приборы	Измерения расходов методом «площадь-скорость». Основные приборы, применяемые для измерения местных скоростей потока. Расходомеры постоянного и переменного перепада давлений. Водосливы с тонкой стенкой, диафрагмы, сопло Вентури. Индукционные расходомеры.	2
7	Технологическое моделирование процессов отстаивания	Осаждение взвеси	Приборы для получения кривых выпадения взвеси. Свободное осаждение устойчивой взвеси. Осаждение неустойчивой взвеси. Стесненное осаждение взвешенных веществ. Исследование процессов осаждения в динамических условиях.	2
8	Биологическая очистка ПСВ	Дифференциальные уравнения процесса фильтрования	Дифференциальные уравнения процесса фильтрования. Экспериментальные установки. Обработка результатов опытов и расчет параметров фильтрования. Расчет фильтров по результатам технологического моделирования.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лабораторного занятия**	**Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
7 семестр				
1	Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ	Литературный обзор и технический реферат	Принципы и технология написания литературного обзора или технического реферата	2
2	Математические методы в научных исследованиях	Ошибки в измерениях	Операции с приближенными числами. Ошибки измерения и меры точности. Методы исключения грубых ошибок	2
3	Математические методы в научных исследованиях	Среднее значение и их оценки	Среднее значение и их оценки (методы вычисления средних; момента распределения; оценки доверительных границ для истинного значения измеренной величины)	2
4	Математические методы в научных исследованиях	Сравнение дисперсий и средних значений	Сравнение дисперсий и средних значений; сравнение двух дисперсий и средних значений при большой и малой длине выборки; проверка гипотез о равенстве средних и нормальности закона распределения случайной величины; определение теоретического закона распределения	2

5	Математические методы в научных исследованиях	Обработка результатов научных исследований	Обработка результатов научных исследований методами корреляционного и регрессионного анализов (оценивание коэффициентов корреляции и прямой регрессии)	2
6	Технологическое моделирование процессов отстаивания	Свободное осаждение устойчивой взвеси	Свободное осаждение устойчивой взвеси	2
7	Технологическое моделирование процессов отстаивания	Определение оптимальной дозы коагулянта	Определение оптимальной дозы коагулянта	2
8	Биологическая очистка ПСВ	Расчет фильтров	Определение параметров технологического процесса очистки воды фильтрованием. Расчет фильтров по результатам технологического моделирования	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
7 семестр				
1	Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ	Требования к оформлению научной работы	Требования к оформлению научной работы (текстовая часть)	2
2	Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ	Требования к оформлению научной работы	Требования к оформлению научной работы (графическая часть и таблицы)	2
3	Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ	Требования к оформлению научной работы	Требования к оформлению научной работы (содержание и объем научной работы)	2
4	Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ	Требования к оформлению научной работы	Требования к оформлению научной работы (организация выполнения научной работы, психология общения)	2
5	Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ	Внедрение и эффективность научных исследований	Внедрение и эффективность научных исследований (формы и этапы внедрения, авторский надзор, документальное оформление)	2
6	Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ	Внедрение и эффективность научных исследований	Внедрение и эффективность научных исследований (формы и этапы внедрения, авторский надзор, документальное оформление)	2
7	Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ	Экономико-экологические расчеты систем ВВ	Внедрение и эффективность научных исследований, экономико-экологические расчеты систем водоснабжения и водоотведения.	2
8	Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ	Экономико-экологические расчеты систем ВВ	Внедрение и эффективность научных исследований, экономико-экологические расчеты систем водоснабжения и водоотведения.	2

Итого за семестр:	**16**
Итого:	**16**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
7 семестр			
Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ	самостоятельное изучение тем	Требования к оформлению научной работы (текстовая часть, графическая часть и таблицы). Внедрение и эффективность научных исследований (формы и этапы внедрения, авторский надзор, документальное оформление). Патентный поиск методов и устройств (аппаратов) для очистки воды (отстаивание, коагулирование, фильтрование, биологическая очистка, гиперфильтрация, ионный обмен, обратный осмос, электрофорез и т.п.). Экономико-экологические расчеты систем водоснабжения и водоотведения. Содержание и объем научной работы, организация выполнения научной работы, психология общения.	9
Математические методы в научных исследованиях	написание рефератов	Основы метода математического планирования экспериментов. Дискретные распределения (биноминальное распределение, гипергеометрическое распределение, распределение Пуассона).	4
Измерительные устройства и методика измерения величин в исследованиях по водоснабжению и водоотведению	написание рефератов	Ультразвуковые расходомеры.	2
Технологическое моделирование процессов отстаивания	написание рефератов	Технологическое моделирование процессов очистки воды методами: флотации, агрегации загрязнений при помощи коагулянтов и флокулянтов, биологической очистки, коалесценции, ионного обмена, диализа, мембранных технологий.	4
Биологическая очистка ПСВ	написание рефератов	Технологическое моделирование процессов очистки воды методами: флотации, агрегации загрязнений при помощи коагулянтов и флокулянтов, биологической очистки, коалесценции, ионного обмена, диализа, мембранных технологий.	2
		Итого за семестр:	**21**
		Итого:	**21**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. . Т. 1. // Журба, Михаил Григорьевич Системы водоснабжения, водозаборные сооружения : учеб. пособие для студентов вузов по направлению "Стр-во": в 3 т. [Текст] / науч.-метод. рук-во и общ. ред. М. Г. Журбы .- 3-е изд., доп. и перераб..- Москва, Изд-во АСВ, 2010.- 395 с.	Книжный фонд
2	Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод : учеб. / Ю. В. Воронов .- 5-е изд., перераб. и доп..- М., Изд-во Ассоц.строит.вузов, 2009.- 760 с.	Книжный фонд
3	Кичигин, Виктор Иванович Статистические методы в технологии очистки воды : (практикум): учеб. пособие по дисциплинам: "Основы науч. исслед.", "Моделирование технол. процессов очистки воды", "Методология науч. исслед." [Текст] / Самар. гос. архитектур.-строит. акад. (СамГАСА).- Самара, СамГАСА, 1996.- 75 с.	Книжный фонд
4	Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы [Текст] / Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э.; пер. с англ. Т. П. Мосоловой; под ред. С. В. Калюжного.- Москва, Мир, 2009.- 480 с.	Книжный фонд
Дополнительная литература		
5	Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учеб. для вузов по специальности "Водоснабжение и водоотведение" [Текст] .- Москва, Стройиздат, 1996.- 591 с.	Книжный фонд
6	Яковлев, Сергей Васильевич Биохимические процессы в очистке сточных вод [Текст] .- Москва, Стройиздат, 1980.- 200с.	Книжный фонд
Учебно-методическое обеспечение		
7	Арбузова, Татьяна Борисовна Как сделать и оформить научную работу или диссертацию : (справ. рук.) : учеб. пособие для студентов вузов [Текст] / Самар. гос. архитектур.-строит. акад. (СамГАСА).- Москва, АСВ, 1995.- 271 с.	Книжный фонд

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Office	США (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	УИС РОССИЯ - Университетская информационная система РОССИЯ	http://www.cir.ru/index.jsp	Ресурсы открытого доступа
2	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
3	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер / ноутбук), учебно-наглядные, учебно-методические пособия, тематические иллюстрации.

Практические занятия

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия

Для лабораторных занятий используется аудитория оснащенная лабораторным оборудованием.

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус №8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки; ауд. 83а, 414, 416; ауд. 0209 корпус №13; ауд. 401 корпус №10).
- компьютерные классы (ауд. 208, 210 корпус №8; ауд. 0202, 0203, 0204 корпус № 13).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их

адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.02.17 «Моделирование технологических процессов очистки сточных вод»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.02.17 «Моделирование технологических процессов очистки сточных вод»

Код и направление подготовки (специальность)	08.03.01 Строительство
Направленность (профиль)	Водоснабжение и водоотведение
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Строительно-технологический факультет
Выпускающая кафедра	Кафедра "Водоснабжение и водоотведение"
Кафедра-разработчик	Кафедра "Водоснабжение и водоотведение"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-2 Способность выполнять обоснование проектных решений систем водоснабжения и водоотведения	ПК-2.1 Выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	Владеть методикой сравнения проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания
			Знать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектных решений систем водоснабжения и водоотведения
			Уметь производить выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания
		ПК-2.2 Выполнение гидравлического расчета объектов систем водоснабжения и водоотведения	Знать нормативные документы, устанавливающие требования к подготовке текстовой части проектной документации систем водоснабжения и водоотведения
			Уметь выполнять гидравлические расчеты объектов систем водоснабжения и водоотведения
		ПК-2.3 Выполнение расчетов технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения	Уметь выполнять расчеты технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Характеристики основных этапов научно-исследовательских работ				
ПК-2.1 Выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	**Уметь** производить выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	Экзамен	Нет	Да
	Знать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектных решений систем водоснабжения и водоотведения	Экзамен	Нет	Да
	Владеть методикой сравнения проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	Экзамен	Нет	Да
ПК-2.2 Выполнение гидравлического расчета объектов систем водоснабжения и водоотведения	**Уметь** выполнять гидравлические расчеты объектов систем водоснабжения и водоотведения	Экзамен	Нет	Да
	Знать нормативные документы, устанавливающие требования к подготовке текстовой части проектной документации систем водоснабжения и водоотведения	Экзамен	Нет	Да
ПК-2.3 Выполнение расчетов технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения	**Уметь** выполнять расчеты технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения	Экзамен	Нет	Да
Математические методы в научных исследованиях				
ПК-2.1 Выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	**Владеть** методикой сравнения проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	Экзамен	Нет	Да
	Знать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектных решений систем водоснабжения и водоотведения	Экзамен	Нет	Да
	Уметь производить выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	Реферат	Да	Нет

ПК-2.2 Выполнение гидравлического расчета объектов систем водоснабжения и водоотведения	**Знать** нормативные документы, устанавливающие требования к подготовке текстовой части проектной документации систем водоснабжения и водоотведения	Экзамен	Нет	Да
	Уметь выполнять гидравлические расчеты объектов систем водоснабжения и водоотведения	Реферат	Да	Нет
ПК-2.3 Выполнение расчетов технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения	**Уметь** выполнять расчеты технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения	Реферат	Да	Нет
Измерительные устройства и методика измерения величин в исследованиях по водоснабжению и водоотведению				
ПК-2.1 Выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	**Уметь** производить выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	Реферат	Да	Нет
	Знать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектных решений систем водоснабжения и водоотведения	Экзамен	Нет	Да
	Владеть методикой сравнения проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	Экзамен	Нет	Да
ПК-2.2 Выполнение гидравлического расчета объектов систем водоснабжения и водоотведения	**Уметь** выполнять гидравлические расчеты объектов систем водоснабжения и водоотведения	Реферат	Да	Нет
	Знать нормативные документы, устанавливающие требования к подготовке текстовой части проектной документации систем водоснабжения и водоотведения	Экзамен	Нет	Да
ПК-2.3 Выполнение расчетов технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения	**Уметь** выполнять расчеты технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения	Реферат	Да	Нет
Технологическое моделирование процессов отстаивания				
ПК-2.1 Выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	**Знать** нормативно-технические документы, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектных решений систем водоснабжения и водоотведения	Экзамен	Нет	Да

	Уметь производить выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	Реферат	Да	Нет
	Владеть методикой сравнения проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	Экзамен	Нет	Да
ПК-2.2 Выполнение гидравлического расчета объектов систем водоснабжения и водоотведения	**Уметь** выполнять гидравлические расчеты объектов систем водоснабжения и водоотведения	Реферат	Да	Нет
	Знать нормативные документы, устанавливающие требования к подготовке текстовой части проектной документации систем водоснабжения и водоотведения	Экзамен	Нет	Да
ПК-2.3 Выполнение расчетов технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения	**Уметь** выполнять расчеты технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения	Реферат	Да	Нет
Биологическая очистка ПСВ				
ПК-2.1 Выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	**Уметь** производить выбор и сравнение проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	Реферат	Да	Нет
	Знать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектных решений систем водоснабжения и водоотведения	Экзамен	Нет	Да
	Владеть методикой сравнения проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих выполнение требований технического задания	Экзамен	Нет	Да
ПК-2.2 Выполнение гидравлического расчета объектов систем водоснабжения и водоотведения	**Знать** нормативные документы, устанавливающие требования к подготовке текстовой части проектной документации систем водоснабжения и водоотведения	Экзамен	Нет	Да
	Уметь выполнять гидравлические расчеты объектов систем водоснабжения и водоотведения	Реферат	Да	Нет
ПК-2.3 Выполнение расчетов технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения	**Уметь** выполнять расчеты технологических параметров работы объектов систем водоснабжения и водоотведения	Реферат	Да	Нет

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

Формы текущего контроля успеваемости

Устный опрос по выполненному реферату:

1. Патентный поиск методов и устройств (аппаратов) для очистки воды (отстаивание, коагулирование, фильтрование, биологическая очистка, гиперфильтрация, ионный обмен, обратный осмос, электрофорез и т.п.).
2. Основы метода математического планирования экспериментов.
3. Дискретные распределения (биноминальное распределение, гипергеометрическое распределение, распределение Пуассона).
4. Ультразвуковые расходомеры.
5. Технологическое моделирование процессов очистки воды методами: флотации, агрегации загрязнений при помощи коагулянтов и флокулянтов, биологической очистки, коалесценции, ионного обмена, диализа, мембранных технологий.

Формы промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Характеристика основных этапов научно-исследовательских работ.
2. Технология написания литературного обзора по теме исследования.
3. Основные принципы моделирования технологических процессов очистки воды.
4. Обоснование средств измерения и их потребного количества.
5. Разработка рабочей программы и методики НИР.
6. Проектирование, изготовление, монтаж и наладка экспериментальных установок.
7. Основные требования к оформлению научной работы.
8. Операции с приближенными числами.
9. Классификация ошибок измерения.
10. Методы обнаружения и исключения ошибок измерения.
11. Характеристика точности измерения. Доверительные интервалы и средние ошибки.
12. Ошибки прямых и косвенных измерений.
13. Методы измерения средних величин.
14. Теоретические средние (моменты распределения).
15. Проверка нормальности распределения (асимметрия и эксцесс).
16. Оценка истинного значения измеряемой величины.
17. Методы сравнения средних значений.
18. Проверка гипотезы о равенстве средних значений.
19. Методы сравнения дисперсий.
20. Корреляционный анализ величин.
21. Методы регрессионного анализа.
22. Исключите аномальные значения из показателя «содержание взвешенных веществ в реке», приведенного в таблице.
23. Исключите аномальные значения из показателя «$БПК_{20}$ реки», приведенного в таблице.
24. Исключите аномальные значения из показателя «содержание нефтепродуктов в реке», приведенного в таблице.
25. Исключите аномальные значения из показателя «содержание азота аммонийного в реке», приведенного в таблице.
26. Исключите аномальные значения из показателя «содержание взвешенных веществ в реке», приведенного в таблице.
27. Исключите аномальные значения из показателя «содержание нитритов в реке», приведенного в таблице.

28. Исключите аномальные значения из показателя «содержание нитратов в реке», приведенного в таблице.
29. Исключите аномальные значения из показателя «содержание сульфатов в реке», приведенного в таблице.
30. Исключите аномальные значения из показателя «содержание хлоридов в реке», приведенного в таблице.

Таблица

№ п/п	Содержание загрязнений в реке, г/л							
	взвешенные вещества	$БПК_{20}$	нефтепродукты	азот аммонийный NH_4^+	нитриты NO_2^-	нитраты NO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-
1	42,0	5,75	0,13	1,02	0,029	0,41	110,0	63,0
2	46,3	5,80	0,10	1,01	0,028	0,43	107,0	66,0
3	40,4	5,86	0,11	0,97	0,023	0,42	97,0	53,0
4	38,6	5,84	0,09	0,99	0,030	0,35	89,0	75,0
5	40,2	5,77	0,14	1,15	0,028	0,46	96,0	64,0
6	42,5	5,56	0,12	1,01	0,030	0,42	106,0	65,0
7	40,4	5,82	0,05	0,98	0,031	0,39	103,0	60,0
8	43,3	5,91	0,13	0,89	0,028	0,40	105,0	62,0
9	34,4	6,05	0,14	0,97	0,026	0,44	107,0	63,0
10	43,3	5,70	0,12	1,00	0,027	0,41	100,0	65,0
11	43,7	5,87	0,09	1,03	0,028	0,43	101,0	64,0
12	40,9	5,72	0,10	0,98	0,029	0,40	119,0	61,0
13	42,7	5,80	0,08	1,01	0,027	0,43	103,0	59,0

31. Традиционные методы изменения уровней жидкости.
32. Новые методы определения уровней жидкости.
33. Жидкостные манометры.
34. Грузопоршневые, механические и электромеханические манометры.
35. Расходомеры постоянного и переменного уровней.
36. Расходомеры переменного перепада давления.
37. Электромагнитные и ультразвуковые расходомеры.
38. Свободное осаждение устойчивой взвеси.
39. Свободное осаждение неустойчивой взвеси.
40. Стесненное осаждение неустойчивой взвеси.
41. Обобщенные представления о моделировании процессов фильтрования.
42. Расчет фильтров по результатам технологического моделирования.
43. Опишите стадии процесса коагуляции. Какие коагулянты лучше очищают воду в зимнее время?
44. Что такое изоэлектрическая точка и амфотерность коагулянта?
45. Какие эмпирические формулы существуют для расчета дозы коагулянта?
46. Что такое щелочной резерв обрабатываемой воды, для чего он нужен?
47. Назовите реагенты, применяемые для увеличения щелочного резерва обрабатываемой воды. Какой коагулянт лучше использовать при pH среды более 8,5?
48. На складе имеются реагенты: $NaOH$, $Ca(OH)_2$, Na_2CO_3, H_2SO_4, $FeSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$. Какие из них можно использовать в качестве коагулянтов? Какие коагулянты технологичнее, когда и почему?
49. Что называется порогом коагуляции?
50. Укажите отличительные черты лиофильных и лиофобных коллоидов. С какими коллоидами мы больше встречаемся в практике водоподготовки?
51. Какими действиями можно вызвать коагуляцию коллоидных растворов?
52. Что такое ортокинетическая коагуляция?
53. Перечислить факторы, влияющие на устойчивость коллоидных систем.
54. Назовите основные отличия между лиофильными и лиофобными коллоидами. Объясните сущность агрегативной устойчивости лиофильных и лиофобных коллоидов.
55. Объясните, каким образом $Al_2(SO_4)_3$ и CaO используются для очистки воды.

56. Какой из перечисленных ниже ионов должен сильнее всего гидратироваться в водном растворе: Cl^-, SO_4^{2-}, K^+, Ca^{2+}, Al^{3+}? Почему?
57. Определите общую поверхность коллоидных частиц, если они имеют форму кубика с размером грани 10 нм и получены дроблением вещества с ребром 1 см.
58. Оптимальная доза 2%-го раствора сульфата алюминия – 40 мг/л. Определите потребный объем раствора коагулянта плотностью 1,0 г/см, необходимого для осветления 1 $м^3$ воды.
59. То же для 1%-го раствора $FeSO_4$.
60. То же для 1%-го раствора $FeCl_3$.
61. Сколько килограммов соли $Al_2(SO_4)_3$ надо взять для приготовления 100 л 10%-го раствора по сульфату алюминия плотностью 1,05 $г/см^3$?
62. Какой объем 5%-го раствора реагента необходимо ввести в 10 л обрабатываемой воды, чтобы получить дозу коагулянта 100 мг/л?

Тесты по компетенциям

Дисциплина Б1.В.02.17 Моделирование технологических процессов очистки сточных вод
(шифр и наименование дисциплины)

Направление подготовки 08.03.01 Строительство
(шифр и наименование направления подготовки/специальности)

Профиль Водоснабжение и водоотведение
(наименование профиля/специализации)

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы в РПД	Семестр
ПК-2 Способность выполнять обоснование проектных решений систем водоснабжения и водоотведения				
1.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Укажите, какое утверждение верно: а) понятие включает в себя термин и его определение б) термин включает в себя понятие и его определение в) определение включает в себя термин и его понятие г) понятие, термин и определение равнозначны	А	Научные исследования в области водоснабжения и водоотведения	7
2.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Укажите, на каких моделях проводят эксперименты: а) только на физических б) только на математических в) на физических и математических г) на моделях эксперименты не проводят	В	Эксперимент	7
3.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Укажите, погрешность, которая остается постоянной или изменяется по определенному закону при повторном измерении одного и того же параметра это: а) промах б) систематическая ошибка в) случайная ошибка г) промах, систематическая и случайная ошибка	Б	Основы теории случайных ошибок	7
4.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Укажите, что необходимо учитывать при выборе приборов и методики измерения: а) точность полученных результатов б) надежность и простоту измерительных приборов в) безопасность проведения опытов г) сочетание точности, надежности и безопасности	В	Основные величины в системах водоснабжения и водоотведения	7
5.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Укажите, что определяют дифференциальным пьезометром: а) пьезометрический напор в точках подключения б) сумму пьезометрических напоров в точках подключения в) давление в точках подключения г) разность давления в точках подключения	Г	Основные приборы	7
6.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Укажите, осаждение взвеси из природной воды, обработанной коагулянтом можно рассматривать как: а) свободное осаждение устойчивой взвеси б) свободное осаждение неустойчивой взвеси в) стесненное осаждение устойчивой взвеси г) стесненное осаждение неустойчивой взвеси	Б	Осаждение взвеси	7
7.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Укажите, что является основными параметрами процесса фильтрования в практике водоподготовки:	В	Дифференциальные уравнения процесса фильтрования	7

	а) качество очищенной воды б) продолжительность защитного действия загрузки $t_з$ в) время, в течение которого достигается предельно допустимая потеря напора $t_н$ г) $t_з$ и $t_н$			
8.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Укажите, как следует подбирать диаметр загрузки фильтра: а) чтобы в начале эксплуатации время защитного действия немного $t_з$ равнялось времени достижения предельного напора $t_н$ б) чтобы в начале эксплуатации время защитного действия немного $t_з$ немного превышало время достижения предельного напора $t_н$ в) чтобы в начале эксплуатации время защитного действия немного $t_з$ было немного меньше времени достижения предельного напора $t_н$ г) чтобы в начале эксплуатации время защитного действия немного $t_з$ значительно превышало время достижения предельного напора $t_н$	Б	Расчет фильтров	7
9.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Укажите, что является оптимальной дозой коагулянта при очистке воды: а) доза при которой достигается наилучший эффект очистки б) доза при которой достигается необходимый эффект очистки в) доза при которой проявляется эффект очистки г) доза при которой требуемый эффект очистки достигается быстрее всего	Б	Определение оптимальной дозы коагулянта	7
10.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Укажите, что препятствует осаждению частиц (с плотностью большей плотности воды) в воде: а) сила Архимеда б) сила тяжести в) сила Стокса г) силы Архимеда и Стокса	Г	Свободное осаждение устойчивой взвеси	7

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Экзамен.

Экзамен представляет собой устное изложение (при необходимости с выполнением иллюстраций) пройденного материала в рамах вопросов указанных в экзаменационных билетах. Для оценки результатов изучения дисциплины на промежуточной аттестации применяются критерии шкала оценивания, приведенные в таблице.

Показатели оценивания	**Критерии оценивания компетенций в шкале «неудовлетворительно» - «удовлетворительно» - «хорошо» - «отлично»**			
	«неудовлетворительно»	**«удовлетворительно»**	**«хорошо»**	**«отлично»**
Вопросы указанные в экзаменационном билете	Обучающийся демонстрирует фрагментарные знания вопросов, указанных в экзаменационном билете	Обучающийся демонстрирует в целом успешные, но неполные представления о вопросах, указанных в экзаменационном билете	Обучающийся демонстрирует в целом успешные, но содержащие определенные пробелы в знаниях вопросов, указанных в экзаменационном билете	Обучающийся демонстрирует сформированные систематические представления о вопросах, указанных в экзаменационном билете

Если к моменту проведения промежуточной аттестации студент успешно сдает все задания по текущей успеваемости, проходит все необходимые оценочные средства, достаточные, с точки зрения преподавателя, для получения оценки «удовлетворительно», «хорошо», «отлично», оценка студенту может быть проставлена без проведения экзамена.