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

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
_____ / О.В. Юсупова
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.02.02 «Моделирование и оптимизация территориальных систем водоотведения»

Код и направление подготовки (специальность)	08.04.01 Строительство
Направленность (профиль)	Водоснабжение городов и промышленных предприятий
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Факультет инженерных систем и природоохранного строительства (ФИСПОС)
Выпускающая кафедра	Кафедра "Водоснабжение и водоотведение"
Кафедра-разработчик	Кафедра "Водоснабжение и водоотведение"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	216 / 6
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Самара 2022

Б1.В.ДВ.02.02 «Моделирование и оптимизация территориальных систем водоотведения»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **08.04.01 Строительство**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 482 от 31.05.2017 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Профессор, доктор технических наук, профессор	В.И Кичигин
(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 6
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 7
4.2 Содержание лабораторных занятий 9
4.3 Содержание практических занятий 9
4.4. Содержание самостоятельной работы 10
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 11
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 12
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 12
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 12
9. Методические материалы 13
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 14

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-3 Способность осуществлять обоснование технологических, технических, конструктивных решений систем и сооружений водоснабжения городов и промышленных предприятий	ПК-3.1 Разработка технологических решений в области систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Владеть навыками выбора и обоснования технологических решений в области очистки природных вод.
			Знать технологические решения в области очистки природных вод.
			Уметь формировать исходные данные для выполнения расчетного обоснования систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.
		ПК-3.2 Оценка основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	Владеть навыками оценки основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.
			Знать методы оценки основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий
			Уметь выполнять и контролировать прочностные расчеты трубопроводов при проектировании систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.
		ПК-3.3 Выполнение и контроль гидравлических расчетов сооружений водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Владеть навыками выбора метода и методики расчетного обоснования технических решений элементов систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.
			Уметь выполнять и контролировать гидравлические расчеты сооружений водоснабжения городов и промышленных предприятий.

	ПК-9 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий	ПК-9.1 Проведение исследований в сфере систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Владеть навыками формулирования целей, постановка задач исследования в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий
			Знать методы и/или методики проведения исследований в сфере строительства систем водоснабжения городов и промышленных предприятий
			Уметь составлять план исследований систем водоснабжения городов и промышленных предприятий
		ПК-9.2 Составление плана исследований систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Владеть способностями определения перечня ресурсов, необходимых для проведения исследования.
			Знать требования охраны труда при выполнении исследований.
			Уметь разрабатывать физические и/или математические модели исследуемых объектов
		ПК-9.3 Обработка результатов исследования и получение экспериментально-статистических моделей, описывающие поведение исследуемого объекта.	Уметь проводить исследования в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий в соответствии с его методикой.
		ПК-9.4 Оформление аналитических научно-технических отчетов по результатам исследования.	Уметь обрабатывать результаты исследования и получать экспериментально-статистические модели, описывающие поведение исследуемого объекта.
		ПК-9.5 Разработка физических и/или математических моделей исследуемых объектов	Владеть способностями составления аналитического обзора научно-технической информации в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий.
			Уметь оформлять аналитические научно-технические отчеты по результатам исследования.
		ПК-9.6 Представление и защита результатов проведенных научных исследований, подготовка публикации на основе принципов научной этики	Владеть способностями представлять и защищать результаты проведенных научных исследований, подготовить публикации на основе принципов научной этики.

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-3	Ингибиторная обработка воды оборотных систем промышленных предприятий; Мембранные технологии в очистке природных вод	Выбор и обоснование технологии очистки природных и сточных вод; Моделирование технологии очистки воды	Обработка и утилизация осадков природных вод; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика; Специальные методы водоподготовки
ПК-9		Методы решения научно-технических задач в строительстве; Планирование эксперимента; Подготовка и оформление магистерской диссертационной работы; Учебная практика: ознакомительная практика	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: преддипломная практика

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	2 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	64	64
Лекции	32	32
Практические занятия	32	32
Внеаудиторная контактная работа, КСР	6	6
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	110	110
выполнение курсовых работ	62	62
подготовка к практическим занятиям	48	48
Контроль	36	36
Итого: час	216	216
Итого: з.е.	6	6

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	Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения	12	0	6	34	52
2	Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод	10	0	10	36	56
3	Оптимизация территориальных систем водоотведения	10	0	16	40	66
	КСР	0	0	0	0	6
	Контроль	0	0	0	0	36
	Итого	32	0	32	110	216

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
2 семестр				
1	Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения	Задачи экологического прогнозирования и оптимизации территориальных систем водоотведения	Требования к территориальным системам водоотведения. Обобщенная структура взаимодействия на водоем систем водоотведения и процесса само-очищения. Задачи экологического прогнозирования и оптимизации территориальных систем водоотведения.	2
2	Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения	Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения	Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения. Экологическое состояние водоемов мира и России.	2
3	Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения	Основные факторы само-очищения водоемов при сбросе в них сточных вод	Классификация сточных вод и источников загрязнения. Основные факторы самоочищения водоемов при сбросе в них сточных вод.	2
4	Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения	Моделирование разбавления сточных вод и предельно-допустимых сбросов	Структурное моделирование загрязнения и самоочищения поверхностных водоемов. Моделирование разбавления сточных вод и предельно-допустимых сбросов.	2
5	Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения	Моделирование совместного воздействия на водоем сточных вод, сбрасываемых с нескольких выпусков	Моделирование совместного воздействия на водоем сточных вод, сбрасываемых с нескольких выпусков.	2

6	Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения	Моделирование процесса переноса загрязнений	Моделирование процесса переноса загрязнений. Область применения разработанных моделей.	2
7	Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод	Моделирование процессов очистки сточных вод перед сбросом их в водоток	Структуры технологических систем и моделирование процессов очистки сточных вод пе-ред сбросом их в водоток.	2
8	Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод	Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод градо-промышленных агломераций	Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод градо-промышленных агломераций.	2
9	Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод	Синтез территориальных систем водоотведения	Синтез территориальных систем водоотведения. Концепция синтеза систем водоотведения.	2
10	Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод	Методы оценки эколого-экономического ущерба	Методы оценки эколого-экономического ущерба от принимаемых технологических решений.	2
11	Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод	Структурный синтез систем водоотведения с учетом самовосстанавливающей способности водоема	Структурный синтез систем водоотведения с учетом само-восстанавливающей способности водоема.	2
12	Оптимизация территориальных систем водоотведения	Задачи оптимизации степени очистки сточных вод	Задачи оптимизации степени очистки сточных вод. Выбор моделей трансформации примесей.	2
13	Оптимизация территориальных систем водоотведения	Оптимизация работы очистных сооружений	Оптимизация работы очистных сооружений. Оптимизация размещения сбросов сточных вод в водоток.	2
14	Оптимизация территориальных систем водоотведения	Практическая реализация задач структурного синтеза глобальной оптимизации	Практическая реализация задач структурного синтеза глобальной оптимизации в территориальных системах водоотведения.	2
15	Оптимизация территориальных систем водоотведения	Алгоритмы комплексной оценки антропогенных нагрузок	Алгоритмы комплексной оценки антропогенных нагрузок при прогнозе качества воды водотоков.	2
16	Оптимизация территориальных систем водоотведения	Системы водоотведения с регулирующими водоемами	Системы водоотведения с регулирующими водоемами. Речной бассейн в густонаселенном высокоразвитом индустриальном районе.	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**32**

4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

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
2 семестр				
1	Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения	Принципы расчета территориальных систем водоотведения в условиях неопределенности	Принципы расчета территориальных систем водоотведения в условиях неопределенности	2
2	Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения	Алгоритмы расчета систем водоотведения на ЭВМ	Алгоритмы расчета систем водоотведения на ЭВМ	2
3	Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения	Алгоритмы расчета систем водоотведения на ЭВМ	Алгоритмы расчета систем водоотведения на ЭВМ	2
4	Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод	Компьютерная система оценки антропогенных изменений экологического со-стояния водотоков	Компьютерная система оценки антропогенных изменений экологического состояния водотоков.	2
5	Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод	Алгоритмы решения задач на принятие решений	Выбор систем водоотведения в условиях неопределенности. Алгоритмы решения задач на принятие решений.	2
6	Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод	Примеры расчета территориальных систем водоотведения на ЭВМ	Примеры расчета территориальных систем водоотведения на ЭВМ	2
7	Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод	Примеры расчета территориальных систем водоотведения на ЭВМ	Примеры расчета территориальных систем водоотведения на ЭВМ	2
8	Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод	Примеры расчета территориальных систем водоотведения на ЭВМ	Примеры расчета территориальных систем водоотведения на ЭВМ	2

9	Оптимизация территориальных систем водоотведения	Оптимизация работы очистных сооружений	Оптимизация работы очистных сооружений.	2
10	Оптимизация территориальных систем водоотведения	Оптимизация размещения сбросов сточных вод в водоток	Оптимизация размещения сбросов сточных вод в водоток	2
11	Оптимизация территориальных систем водоотведения	Компьютерная методика многокритериальной оценки альтернатив оптимизации территориальных систем водоотведения	Компьютерная методика многокритериальной оценки альтернатив оптимизации территориальных систем водоотведения	2
12	Оптимизация территориальных систем водоотведения	Общие принципы решения оптимизационных задач	Общие принципы решения оптимизационных задач	2
13	Оптимизация территориальных систем водоотведения	Системы водоотведения с регулирующими водоемами	Системы водоотведения с регулирующими водоемами	2
14	Оптимизация территориальных систем водоотведения	Примеры локальной оптимизации систем водоотведения промышленного предприятия	Примеры локальной оптимизации систем водоотведения промышленного предприятия	2
15	Оптимизация территориальных систем водоотведения	Примеры локальной оптимизации систем водоотведения промышленного предприятия	Примеры локальной оптимизации систем водоотведения промышленного предприятия	2
16	Оптимизация территориальных систем водоотведения	Примеры локальной оптимизации систем водоотведения промышленного предприятия	Примеры локальной оптимизации систем водоотведения промышленного предприятия	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**32**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
2 семестр			
Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения	подготовка к практическим занятиям	Подготовка к практическим занятиям по теме "Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения"	12

Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения	выполнение курсовых работ	Выполнение курсовой работы по предложенной теме	22
Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод	подготовка к практическим занятиям	Подготовка к практическим занятиям по теме "Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод"	16
Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод	выполнение курсовых работ	Выполнение курсовой работы по предложенной теме	20
Оптимизация территориальных систем водоотведения	подготовка к практическим занятиям	Подготовка к практическим занятиям по теме "Оптимизация территориальных систем водоотведения"	20
Оптимизация территориальных систем водоотведения	выполнение курсовых работ	Выполнение курсовой работы по предложенной теме	20
		Итого за семестр:	**110**
		Итого:	**110**

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	Кичигин, Виктор Иванович Выбор систем водоотведения на ЭВМ : учеб. пособие [Текст] / Самар. гос. архитектур.-строит. ун-т (СГАСУ), Каф. водоснабжения и водоотведения.- Самара, СГАСУ, 2005.- 240 с.	Электронный ресурс
2	Кичигин, Виктор Иванович Моделирование загрязнения водотоков поверхностным стоком [Текст] / Самар. гос. архитектур.-строит. ун-т (СГАСУ), Каф. водоснабжения и водоотведения.- Самара, СГАСУ, 2005.- 270 с.	Электронный ресурс
3	Кичигин, Виктор Иванович Моделирование процессов очистки воды : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Стр-во" [Текст] / Рос. экол. акад.; Самар. гос. архитектур.-строит. акад. (СамГАСА), Каф. водоснабжения и водоотведения.- Москва; Самара, СГАСУ, 2003.- 228 с.	Электронный ресурс
4	Кичигин, Виктор Иванович Основы моделирования и оптимизации территориальных систем водоотведения [Текст] / Самар. гос. архитектур.-строит. акад. (СамГАСА).- Самара, СамГАСА, 2002.- 339 с.	Электронный ресурс

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	7-Zip	www. 7-zip. org (Зарубежный)	Свободно распространяемое
2	Adobe Reader	Adobe Reader (Зарубежный)	Свободно распространяемое
3	AutoCAD Architecture	Autodesk (Отечественный)	Лицензионное
4	Microsoft Office	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

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

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	EDI и стандарт передачи данных EDIFACT (ПЭПИ)	http://www.editrans.ru/	Ресурсы открытого доступа
2	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/	Ресурсы открытого доступа
3	УИС РОССИЯ - Университетская информационная система РОССИЯ	http://www.cir.ru/index.jsp	Ресурсы открытого доступа
4	Электронно-библиотечная система Лань	www.e.lanbook.com/	Ресурсы открытого 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 null

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационнообразовательной 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, 0209 12 корпус; ауд. 401 корпус №10).

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 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.ДВ.02.02 «Моделирование и оптимизация территориальных систем водоотведения»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.ДВ.02.02 «Моделирование и оптимизация территориальных систем водоотведения»

Код и направление подготовки (специальность)	08.04.01 Строительство
Направленность (профиль)	Водоснабжение городов и промышленных предприятий
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Факультет инженерных систем и природоохранного строительства (ФИСПОС)
Выпускающая кафедра	Кафедра "Водоснабжение и водоотведение"
Кафедра-разработчик	Кафедра "Водоснабжение и водоотведение"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	216 / 6
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-3 Способность осуществлять обоснование технологических, технических, конструктивных решений систем и сооружений водоснабжения городов и промышленных предприятий	ПК-3.1 Разработка технологических решений в области систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Владеть навыками выбора и обоснования технологических решений в области очистки природных вод.
			Знать технологические решения в области очистки природных вод.
			Уметь формировать исходные данные для выполнения расчетного обоснования систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.
		ПК-3.2 Оценка основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	Владеть навыками оценки основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.
			Знать методы оценки основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий
			Уметь выполнять и контролировать прочностные расчеты трубопроводов при проектировании систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.
		ПК-3.3 Выполнение и контроль гидравлических расчетов сооружений водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Владеть навыками выбора метода и методики расчетного обоснования технических решений элементов систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.
			Уметь выполнять и контролировать гидравлические расчеты сооружений водоснабжения городов и промышленных предприятий.

	ПК-9 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий	ПК-9.1 Проведение исследований в сфере систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Владеть навыками формулирования целей, постановка задач исследования в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий
			Знать методы и/или методики проведения исследований в сфере строительства систем водоснабжения городов и промышленных предприятий
			Уметь составлять план исследований систем водоснабжения городов и промышленных предприятий
		ПК-9.2 Составление плана исследований систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Владеть способностями определения перечня ресурсов, необходимых для проведения исследования.
			Знать требования охраны труда при выполнении исследований.
			Уметь разрабатывать физические и/или математические модели исследуемых объектов
		ПК-9.3 Обработка результатов исследования и получение экспериментально-статистических моделей, описывающие поведение исследуемого объекта.	Уметь проводить исследования в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий в соответствии с его методикой.
		ПК-9.4 Оформление аналитических научно-технических отчетов по результатам исследования.	Уметь обрабатывать результаты исследования и получать экспериментально-статистические модели, описывающие поведение исследуемого объекта.
		ПК-9.5 Разработка физических и/или математических моделей исследуемых объектов	Владеть способностями составления аналитического обзора научно-технической информации в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий.
			Уметь оформлять аналитические научно-технические отчеты по результатам исследования.
		ПК-9.6 Представление и защита результатов проведенных научных исследований, подготовка публикации на основе принципов научной этики	Владеть способностями представлять и защищать результаты проведенных научных исследований, подготовить публикации на основе принципов научной этики.

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Основные задачи оптимизации территориальных систем водоотведения				
ПК-3.1 Разработка технологических решений в области систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	**Уметь** формировать исходные данные для выполнения расчетного обоснования систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	кр	Да	Нет
	Знать технологические решения в области очистки природных вод.	Экзамен	Нет	Да
	Владеть навыками выбора и обоснования технологических решений в области очистки природных вод.	Экзамен	Нет	Да
ПК-3.2 Оценка основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	**Владеть** навыками оценки основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Экзамен	Нет	Да
	Знать методы оценки основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	Экзамен	Нет	Да
	Уметь выполнять и контролировать прочностные расчеты трубопроводов при проектировании систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	кр	Да	Нет
ПК-3.3 Выполнение и контроль гидравлических расчетов сооружений водоснабжения городов и промышленных предприятий.	**Владеть** навыками выбора метода и методики расчетного обоснования технических решений элементов систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Экзамен	Нет	Да
	Уметь выполнять и контролировать гидравлические расчеты сооружений водоснабжения городов и промышленных предприятий.	кр	Да	Нет
ПК-9.1 Проведение исследований в сфере систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	**Уметь** составлять план исследований систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	кр	Да	Нет
	Знать методы и/или методики проведения исследований в сфере строительства систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	Экзамен	Нет	Да
	Владеть навыками формулирования целей, постановка задач исследования в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий	Экзамен	Нет	Да
ПК-9.2 Составление плана исследований систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	**Владеть** способностями определения перечня ресурсов, необходимых для проведения исследования.	Экзамен	Нет	Да
	Знать требования охраны труда при выполнении исследований.	Экзамен	Нет	Да
	Уметь разрабатывать физические и/или математические модели исследуемых объектов	кр	Да	Нет
ПК-9.3 Обработка результатов исследования и получение экспериментально-статистических моделей, описывающие поведение исследуемого объекта.	**Уметь** проводить исследования в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий в соответствии с его методикой.	кр	Да	Нет

ПК-9.4 Оформление аналитических научно-технических отчетов по результатам исследования.	**Уметь** обрабатывать результаты исследования и получать экспериментально-статистические модели, описывающие поведение исследуемого объекта.	кр	Да	Нет
ПК-9.5 Разработка физических и/или математических моделей исследуемых объектов	**Владеть** способностями составления аналитического обзора научно-технической информации в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий.	кр	Да	Нет
	Уметь оформлять аналитические научно-технические отчеты по результатам исследования.	кр	Да	Нет
ПК-9.6 Представление и защита результатов проведенных научных исследований, подготовка публикации на основе принципов научной этики	**Владеть** способностями представлять и защищать результаты проведенных научных исследований, подготовить публикации на основе принципов научной этики.	кр	Да	Нет
Структурное моделирование технологических процессов очистки сточных вод				
ПК-3.1 Разработка технологических решений в области систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	**Владеть** навыками выбора и обоснования технологических решений в области очистки природных вод.	Экзамен	Нет	Да
	Уметь формировать исходные данные для выполнения расчетного обоснования систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	кр	Да	Нет
	Знать технологические решения в области очистки природных вод.	Экзамен	Нет	Да
ПК-3.2 Оценка основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	**Знать** методы оценки основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	Экзамен	Нет	Да
	Уметь выполнять и контролировать прочностные расчеты трубопроводов при проектировании систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	кр	Да	Нет
	Владеть навыками оценки основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Экзамен	Нет	Да
ПК-3.3 Выполнение и контроль гидравлических расчетов сооружений водоснабжения городов и промышленных предприятий.	**Владеть** навыками выбора метода и методики расчетного обоснования технических решений элементов систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Экзамен	Нет	Да
	Уметь выполнять и контролировать гидравлические расчеты сооружений водоснабжения городов и промышленных предприятий.	кр	Да	Нет
ПК-9.1 Проведение исследований в сфере систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	**Уметь** составлять план исследований систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	кр	Да	Нет
	Владеть навыками формулирования целей, постановка задач исследования в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий	Экзамен	Нет	Да
	Знать методы и/или методики проведения исследований в сфере строительства систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	Экзамен	Нет	Да
ПК-9.2 Составление плана исследований систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	**Знать** требования охраны труда при выполнении исследований.	Экзамен	Нет	Да

	Владеть способностями определения перечня ресурсов, необходимых для проведения исследования.	Экзамен	Нет	Да
	Уметь разрабатывать физические и/или математические модели исследуемых объектов	кр	Да	Нет
ПК-9.3 Обработка результатов исследования и получение экспериментально-статистических моделей, описывающие поведение исследуемого объекта.	**Уметь** проводить исследования в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий в соответствии с его методикой.	кр	Да	Нет
ПК-9.4 Оформление аналитических научно-технических отчетов по результатам исследования.	**Уметь** обрабатывать результаты исследования и получать экспериментально-статистические модели, описывающие поведение исследуемого объекта.	кр	Да	Нет
ПК-9.5 Разработка физических и/или математических моделей исследуемых объектов	**Владеть** способностями составления аналитического обзора научно-технической информации в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий.	кр	Да	Нет
	Уметь оформлять аналитические научно-технические отчеты по результатам исследования.	кр	Да	Нет
ПК-9.6 Представление и защита результатов проведенных научных исследований, подготовка публикации на основе принципов научной этики	**Владеть** способностями представлять и защищать результаты проведенных научных исследований, подготовить публикации на основе принципов научной этики.	кр	Да	Нет
Оптимизация территориальных систем водоотведения				
ПК-3.1 Разработка технологических решений в области систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	**Уметь** формировать исходные данные для выполнения расчетного обоснования систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	кр	Да	Нет
	Владеть навыками выбора и обоснования технологических решений в области очистки природных вод.	Экзамен	Нет	Да
	Знать технологические решения в области очистки природных вод.	Экзамен	Нет	Да
ПК-3.2 Оценка основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	**Знать** методы оценки основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	Экзамен	Нет	Да
	Владеть навыками оценки основных технико-экономических показателей систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Экзамен	Нет	Да
	Уметь выполнять и контролировать прочностные расчеты трубопроводов при проектировании систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	кр	Да	Нет
ПК-3.3 Выполнение и контроль гидравлических расчетов сооружений водоснабжения городов и промышленных предприятий.	**Владеть** навыками выбора метода и методики расчетного обоснования технических решений элементов систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	Экзамен	Нет	Да
	Уметь выполнять и контролировать гидравлические расчеты сооружений водоснабжения городов и промышленных предприятий.	кр	Да	Нет
ПК-9.1 Проведение исследований в сфере систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	**Уметь** составлять план исследований систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	кр	Да	Нет

	Знать методы и/или методики проведения исследований в сфере строительства систем водоснабжения городов и промышленных предприятий	Экзамен	Нет	Да
	Владеть навыками формулирования целей, постановка задач исследования в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий	Экзамен	Нет	Да
ПК-9.2 Составление плана исследований систем водоснабжения городов и промышленных предприятий.	**Владеть** способностями определения перечня ресурсов, необходимых для проведения исследования.	Экзамен	Нет	Да
	Знать требования охраны труда при выполнении исследований.	Экзамен	Нет	Да
	Уметь разрабатывать физические и/или математические модели исследуемых объектов	кр	Да	Нет
ПК-9.3 Обработка результатов исследования и получение экспериментально-статистических моделей, описывающие поведение исследуемого объекта.	**Уметь** проводить исследования в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий в соответствии с его методикой.	кр	Да	Нет
ПК-9.4 Оформление аналитических научно-технических отчетов по результатам исследования.	**Уметь** обрабатывать результаты исследования и получать экспериментально-статистические модели, описывающие поведение исследуемого объекта.	кр	Да	Нет
ПК-9.5 Разработка физических и/или математических моделей исследуемых объектов	**Владеть** способностями составления аналитического обзора научно-технической информации в сфере водоснабжения городов и промышленных предприятий.	кр	Да	Нет
	Уметь оформлять аналитические научно-технические отчеты по результатам исследования.	кр	Да	Нет
ПК-9.6 Представление и защита результатов проведенных научных исследований, подготовка публикации на основе принципов научной этики	**Владеть** способностями представлять и защищать результаты проведенных научных исследований, подготовить публикации на основе принципов научной этики.	кр	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

Примерные темы курсовой работы:

1. Моделирование совместного воздействия на водоем сточных вод, сбрасываемых с нескольких выпусков.
2. Моделирование процесса конвективно-диффузионного переноса примесей.
3. Системы водоотведения с водоемами, регулирующими поверхностный сток.
4. Проектирование систем водоотведения населенных пунктов с учетом самовосстанавливающей способности водоема.
5. Моделирование систем водоотведения в условиях неопределенности.
6. Моделирование систем водоотведения при $C_ф$ ПДК.

Студент выполняет одну из указанных тем курсовой работы. Оценка по курсовой работе выставляется на основании результатов защиты обучающимся курсовой работы.

Формы промежуточной аттестации

1. Обобщенная структура взаимодействия на водоем систем водоотведения и процесса самоочищения.
2. Задачи экологического прогнозирования и оптимизации территориальных систем водоотведения.
3. Моделирование разбавления сточных вод и предельно-допустимых сбросов.
4. Моделирование процессов очистки сточных вод перед сбросом их в водоток.
5. Компьютерная система оценки антропогенных изменений экологического состояния водотоков.
6. Концепция синтеза систем водоотведения.
7. Методы оценки эколого-экономического ущерба от принимаемых технологических решений.
8. Структурный синтез систем водоотведения с учетом самовосстанавливающей способности водоема.
9. Выбор систем водоотведения в условиях неопределенности.
10. Алгоритм решения задач на принятие решений.
11. Задачи оптимизации степени очистки сточных вод.
12. Оптимизация размещения сбросов сточных вод в водотоки.
13. Компьютерная методика многокритериальной оценки альтернатив оптимизации территориальных систем водоотведения.
14. Общие принципы решения оптимизационных задач.
15. Алгоритмы комплексной оценки антропогенных нагрузок при прогнозе качества воды водотоков.
16. Системы водоотведения с регулирующими водоемами.
17. Выбор систем водоотведения для речного бассейна, расположенного в населенном высокоразвитом индустриальном районе.

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

Критерии оценки курсовой работы

Критерий оценки	Шкала оценивания
Работа имеет много замечаний; доложена неубедительно, непоследовательно, нелогично; ответы на поставленные вопросы практически отсутствуют.	неудовлетворительно
К курсовой работе и ее защите имеются замечания: по содержанию, по глубине проведенного исследования; работа оформлена неаккуратно; речь учащегося при докладе и ответе на вопросы звучит неубедительно; студент ответил не на все заданные вопросы.	удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует актуальность проведенного исследования; полноту раскрытия исследуемой темы; достаточную иллюстративность постулируемых тезисов, исследовательского материала; композиционную целостность, соблюдение требований, предъявляемых к структуре работы; продуманность методологии и аппарата исследования, соответствие им сделанных автором выводов; научную новизну проведенного исследования; умение представить работу на защите, уровень речевой культуры; компетентность в области избранной темы. Но работа имеет ряд недостатков: список литературы не полностью отражает проведенный информационный поиск; в тексте нет ссылок на литературные источники; работа недостаточно аккуратно оформлена. Во время защиты содержание и результаты исследования доложены недостаточно четко; студент дал ответы не на все заданные вопросы.	хорошо
Обучающийся демонстрирует актуальность проведенного исследования, анализ принимаемых решений; полноту раскрытия исследуемой темы; достаточную иллюстративность постулируемых тезисов, исследовательского материала; композиционную целостность, соблюдение требований, предъявляемых к структуре работы; продуманность методологии и аппарата исследования, соответствие им сделанных автором выводов; научную новизну проведенного исследования; умение представить работу на защите, уровень речевой культуры; компетентность в области избранной темы; высокое качество оформления работы. Во время защиты студент показывает свободное владение материалом, умение вести научный диалог, отвечать на вопросы и замечания.	отлично

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	Обучающийся демонстрирует в целом успешные, но неполные представления о темах дисциплины	Обучающийся демонстрирует в целом успешные, но содержащие определенные пробелы в знаниях	Обучающийся демонстрирует сформированные систематические представления о темах дисциплины

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.