



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Водопользования и экологии

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Моделирование систем водоснабжения и водоотведения

направление подготовки/специальность 08.04.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Водоснабжение и водоотведение

Форма обучения очная

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются ознакомление студентов с основами моделирования процессов, протекающих в системах водоснабжения и водоотведения, развитие у студентов навыков выполнения модельных расчетов с целью выполнения научного исследования.

Задачами дисциплины являются:

- освоение студентами программного обеспечения Eranet для выполнения модельных расчетов водопроводной сети;
- освоение студентами программного обеспечения ANSYS CFX для выполнения модельных расчетов в области водоснабжения и водоотведения;
- консультация студентов для создания моделей, необходимых для научного исследования по теме выпускной квалификационной работы.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой информационной модели объекта капитального строительства	ПК(Ц)-1.1 Осуществляет выбор программного обеспечения для работы с информационной моделью	знает программное обеспечение и его возможности умеет осуществлять выбор программы для выполнения поставленных задач владеет навыками программами для работы с информационной моделью
ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой информационной модели объекта капитального строительства	ПК(Ц)-1.2 Организует процесс разработки информационной модели в соответствии с утвержденными проектными решениями	знает основы организации процесса разработки информационной модели умеет организовывать процесс разработки информационной модели владеет навыками навыками организации работы по разработке информационной модели
ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой информационной модели объекта капитального строительства	ПК(Ц)-1.3 Проводит оценку созданной информационной модели на соблюдение утвержденных проектных решений	знает критерии оценки информационной модели умеет производить оценку информационной модели владеет навыками навыками оценки информационной модели

<p>ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой информационной модели объекта капитального строительства</p>	<p>ПК(Ц)-1.4 Согласовывает созданную информационную модель с другими разделами проекта</p>	<p>знает основы организации процесса согласования в среде информационной модели проектных решений со смежными разделами умеет выполнять согласования проектных решений в информационной модели владеет навыками навыками организации согласования проектных решений в информационной модели</p>
<p>ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой информационной модели объекта капитального строительства</p>	<p>ПК(Ц)-1.5 Передает разработанную и согласованную информационную модель руководителю проекта или заказчику в формате, указанном в техническом задании</p>	<p>знает процесс передачи информационной модели в требуемом формате умеет осуществлять передачу информационной модели в требуемом формате владеет навыками навыками передачи информационной модели в требуемом формате</p>
<p>ПКР-1 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере водоснабжения и водоотведения</p>	<p>ПКР-1.1 Формулирование целей, постановка задач исследования в сфере водоснабжения и водоотведения</p>	<p>знает о необходимости обоснования реальной практической ценности и значимости модельного расчета умеет формулировать цель и задачи модельного расчета владеет навыками математическим аппаратом для решения поставленной задачи</p>
<p>ПКР-1 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере водоснабжения и водоотведения</p>	<p>ПКР-1.2 Выбор метода и/или методики проведения исследований в сфере водоснабжения и водоотведения</p>	<p>знает о практическом применении программы Eranet и ANSYS CFX для моделирования процессов в системах и сооружениях водоснабжения и водоотведения умеет оценить возможность применения программ Eranet и ANSYS CFX для решения конкретной задачи в области водоснабжения и водоотведения владеет навыками методом построения моделей в программах Eranet и ANSYS CFX</p>

<p>ПКР-1 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере водоснабжения и водоотведения</p>	<p>ПКР-1.3 Составление плана исследований систем водоснабжения и водоотведения и окружающей среды</p>	<p>знает основные этапы создания модели в программах Eranet и ANSYS CFX умеет оценить трудоемкость каждого этапа построения модели системы водоснабжения или водоотведения владеет навыками навыками по составлению плана построения модели системы водоснабжения и водоотведения</p>
<p>ПКР-1 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере водоснабжения и водоотведения</p>	<p>ПКР-1.4 Определение перечня ресурсов, необходимых для проведения исследования</p>	<p>знает требования программ ANSYS CFX и Eranet для создания моделей в области водоснабжения и водоотведения умеет оценить возможные трудозатраты и компьютерные ресурсы для реализации модели владеет навыками навыками подбора компьютерной техники для реализации модели</p>
<p>ПКР-1 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере водоснабжения и водоотведения</p>	<p>ПКР-1.5 Составление аналитического обзора научно-технической информации в сфере водоснабжения и водоотведения</p>	<p>знает о необходимости изучения технической литературы в сфере водоснабжения и водоотведения с целью формирования понимания физической сущности моделируемого процесса умеет пользоваться руководством для программ ANSYS CFX и Eranet (где рассмотрены типовые задачи) владеет навыками навыками анализа технической литературы для построения модели</p>
<p>ПКР-1 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере водоснабжения и водоотведения</p>	<p>ПКР-1.6 Разработка физических и/или математических моделей исследуемых объектов</p>	<p>знает знать основные принципы построения модели и проведения расчетов умеет производить оценку модельных расчетов на основании опытных данных, полученных ранее владеет навыками навыками проведения модельных расчетов с дальнейшей корректировкой и отладкой модели</p>

<p>ПКР-1 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере водоснабжения и водоотведения</p>	<p>ПКР-1.7 Проведение исследований в сфере водоснабжения и водоотведения в соответствии с его методикой</p>	<p>знает о наиболее известных программах, которые могут применяться для моделирования систем водоснабжения и водоотведения</p> <p>умеет выбрать наиболее оптимальную программу для проведения исследования</p> <p>владеет навыками информацией о функциональных возможностях различных программ и границах их применимости в сфере водоснабжения и водоотведения</p>
<p>ПКР-1 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере водоснабжения и водоотведения</p>	<p>ПКР-1.8 Обработка результатов исследования и получение экспериментально-статистических моделей, описывающих поведение исследуемого объекта</p>	<p>знает инструменты программы для отображения результатов расчета в различных видах</p> <p>умеет экспортировать результаты расчета для последующей обработки и оформления отчета</p> <p>владеет навыками навыками обработки результатов модельного расчета с целью получения зависимостей, описывающих протекание исследуемого процесса</p>
<p>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</p>	<p>УК-1.3 Сбор и систематизация информации по проблеме</p>	<p>знает инструменты программ для систематизации результатов расчета</p> <p>умеет обрабатывать результаты расчета для дальнейшего анализа</p> <p>владеет навыками навыками качественной и количественной верификации результатов моделирования</p>
<p>УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>УК-2.1 Формулирование цели, задач, значимости, ожидаемых результатов проекта</p>	<p>знает принципы построения оптимальной модели</p> <p>умеет задавать характеристики модели отвечающие задачам моделирования</p> <p>владеет навыками навыками прогноза ожидаемых результатов моделирования</p>

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.2 Определение потребности в ресурсах для реализации проекта	знает требования программ ANSYS CFX и Epanet для создания моделей в области водоснабжения и водоотведения умеет оценить возможные трудозатраты и компьютерные ресурсы для реализации модели владеет навыками навыками подбора компьютерной техники для реализации модели
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.3 Разработка плана реализации проекта	знает основные этапы создания модели умеет оценить трудоемкость каждого этапа построения модели владеет навыками навыками работы по составлению плана реализации модели
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.7 Презентация результатов собственной и командной деятельности	знает о функциональных возможностях модельных программ, позволяющих наиболее качественно представить результаты расчета умеет экспортировать результаты расчета в другие программы для обработки и презентации владеет навыками современными технологиями (программами, мультимедийным оборудованием) для создания презентаций моделей и результатов расчета
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.5 Представление результатов академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях	знает требования и структуру представления модельных результатов умеет выделять из массива модельных результатов данные необходимые для научного исследования владеет навыками функциями программ для систематизации, обработки и анализа данных моделирования.

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.ДВ.01.01 основной профессиональной образовательной программы 08.04.01 Строительство и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Прикладная математика	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.4, ОПК-6.6

2	Системы и сооружения водоотведения	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ПКО-3.1, ПКО-3.2, ПКО-3.3, ПКО-3.4, ПКО-3.5, ОПК-4.5, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)- 1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)- 1.5
3	Системы и сооружения водоснабжения	УК-2.1, УК-2.3, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.3, УК-3.7, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКР-1.7, ПКР-1.8, ПКР-1.11, ПКР-3.1, ПКР-3.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)- 1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)- 1.5

Прикладная математика

знать – основы численных методов интегрирования систем дифференциальных уравнений в частных производных;

уметь - применять численные методы для решения задач, связанных с гидродинамикой и теплообменом;

владеть - решением дифференциальных уравнений численными методами.

Системы и сооружения водоотведения

знать - технологию функционирования систем и сооружений водоотведения

уметь производить оценку эффективности работы систем и сооружений водоотведения

владеть методиками расчета и проектирования

Системы и сооружения водоснабжения

знать - технологию функционирования систем и сооружений водоснабжения

уметь производить оценку эффективности работы систем и сооружений водоснабжения

владеть методиками расчета и проектирования

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
----------	------------------------	---

1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-1.7, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-3.7, УК-3.8, УК-3.9, УК-3.10, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-4.5, УК-4.6, УК-4.7, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.4, УК-5.5, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-6.6, УК-6.7, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-4.5, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5, ОПК-5.6, ОПК-5.7, ОПК-5.8, ОПК-5.9, ОПК-5.10, ОПК-5.11, ОПК-5.12, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ОПК-6.5, ОПК-6.6, ОПК-6.7, ОПК-6.8, ОПК-6.9, ОПК-6.10, ОПК-6.11, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8, ОПК-7.9, ПКО-1.1, ПКО-1.2, ПКО-1.3, ПКО-2.1, ПКО-2.2, ПКО-2.3, ПКО-2.4, ПКО-2.5, ПКО-2.6, ПКО-3.1, ПКО-3.2, ПКО-3.3, ПКО-3.4, ПКО-3.5, ПКО-3.6, ПКО-4.1, ПКО-4.2, ПКО-4.3, ПКО-4.4, ПКО-4.5, ПКО-4.6, ПКО-4.7, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКР-1.7, ПКР-1.8, ПКР-1.9, ПКР-1.10, ПКР-1.11, ПКР-3.1, ПКР-3.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5
---	--	---

4. 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	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			3
Контактная работа	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	32	0	32
Иная контактная работа, в том числе:	0,5		0,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1		1

контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25		0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	26,75		26,75
Самостоятельная работа (СР)	103,75		103,75
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	180		180
зачетные единицы:	5		5

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

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Моделирование водопроводных сетей в программе Eranet										
1.1.	Ведение. Знакомство с программой Eranet. Основные функциональные возможности.	3	2		1			4	7	УК-1.3, ПКР-1.5, ПКР-1.7, УК-2.2, ПКР-1.2, ПКР-1.4, ПКР-1.6	
1.2.	Создание проекта водопроводной сети в Eranet	3	2		4			14	20	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-1.6, ПКР-1.7, ПКР-1.8	
1.3.	Рабочее пространство Eranet. Работа с проектами, объектами, картами. Моделирование.	3	2		3			14	19	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-1.6, ПКР-1.7, ПКР-1.8	

1.4.	Просмотр и анализ результатов. Оценка достоверности.	3	2		4				14	20	УК-1.3, УК-2.1, УК-3.7, УК-4.5, ПКР-1.1, ПКР-1.8, ПКР-1.6, ПКР-1.7
2.	2 раздел. Самостоятельная работа студентов по Eranet										
2.1.	Самостоятельное освоение студентами программы Eranet	3								8,75	УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-3.7, УК-4.5, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКР-1.7, ПКР-1.8
3.	3 раздел. Моделирование технологических процессов в системах водоснабжения и водоотведения в программе ANSYS CFX										
3.1.	Введение. Знакомство с программой ANSYS CFX. Примеры применения программы. Основные функциональные возможности. Интерфейс "Воркбенч"	3	2		2				15,7 5	19,75	УК-1.3, ПКР-1.5, ПКР-1.7, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, УК-2.2, ПКР-1.2, ПКР-1.4

6.1.	Экзамен	3									УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-3.7, УК-4.5, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКР-1.7, ПКР-1.8, ПК(Ц)- 1.1, ПК (Ц)-1.2, ПК(Ц)- 1.3, ПК (Ц)-1.4, ПК(Ц)- 1.5
------	---------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Ведение. Знакомство с программой Epanet. Основные функциональные возможности.	Ведение. Знакомство с программой Epanet. Основные функциональные возможности. Возможности гидравлического моделирования. Возможности моделирования качества воды. Последовательность действий при моделировании с помощью EPANET.
2	Создание проекта водопроводной сети в Epanet	Создание модели водораспределительной сети Рассмотрение основных физических компонентов: узлы, резервуары, накопители, трубопроводы, местные потери напора, насосы, задвижки, другие объекты. Рассмотрение кривой производительности, кривой эффективности, кривой объема, кривой потерь напора. Рассмотрение выражений и правил. Гидравлическое моделирование. Моделирование качества воды. Режимы перемешивания в накопителях. Объемные реакции. Поверхностные реакции. Гидравлическое время пребывания.
3	Рабочее пространство Epanet. Работа с проектами, объектами, картами. Моделирование.	Рабочее пространство Epanet. Работа с проектами, объектами, картами. Моделирование. Рассмотрение панель меню, панели инструментов, строки состояния, редактора свойств. Загрузка и сохранение файлов проекта. Настройки проекта по умолчанию. Результаты измерений. Добавление объектов. Выбор объектов. Редактирование объектов карты. Редактирование виртуальных объектов. Редактор кривых. Редактор шаблонов. Редактор выражений/правил. Редактор узловых расходов. Редактор источника. Копирование и вставка объектов. Редактирование формы трубопроводов. Перемещение объекта. Выделение группы объектов. Редактирование группы объектов. Установка размеров карты. Использование фонового изображения. Изменение масштаба карты. Перемещение по карте. Поиск объекта. Легенда карты. Просмотр карты. Настройки карты. Установка

		настроек моделирования. Гидравлика. Качество воды. Реакции. Время. Энергопотребление. Выполнение моделирования.
4	Просмотр и анализ результатов. Оценка достоверности.	Просмотр и анализ результатов. Оценка достоверности. Просмотр результатов на карте. Запрос к карте. Просмотр результатов с помощью графиков. Просмотр результатов с помощью Таблицы. Просмотр специальных отчетов. Отчет состояния. Отчет энергопотребления. Отчет калибровки. Печать текущего вида. Копирование в буфер обмена или в файл. Импорт и экспорт данных. Верификация модели.
6	Введение. Знакомство с программой ANSYS CFX. Примеры применения программы. Основные функциональные возможности. Интерфейс "Воркбенч"	Введение. Знакомство с программой ANSYS CFX. Примеры применения программы. Основные функциональные возможности. Интерфейс "Воркбенч" Рассмотрение основных этапов создания модели. Знакомство с примерами моделирования в сфере водоснабжения и водоотведения.
7	Работа с модулем построения геометрии расчетной области. Рассмотрение основных инструментов	Работа с модулем построения геометрии расчетной области. Рассмотрение основных инструментов Рассмотрение основных инструментов для построения геометрии расчетной области: инструменты создания плоскостей, эскизов и тел выдавливания. Импорт геометрии, созданной в другом графическом редакторе.
8	Работа с модулем создания расчетной сетки.	Работа с модулем создания расчетной сетки. Рассмотрение инструментов для создания и изменения расчетной сетки. Оценка качества сетки.
9	Работа с модулем предмодельных настроек и модулем расчета.	Работа с модулем предрасчетных настроек и модулем расчета. Определение стационарной или нестационарной задачи. Настройка начальных и граничных условий модели. Определение настроек результатов расчета.

5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Введение. Знакомство с программой Epanet. Основные функциональные возможности.	Знакомство с функциональными возможностями программы Epanet Создание простых моделей участка водопроводной сети. Наладка коэффициента шероховатости в соответствии с таблицами Шевелева или таблицами Продоуса.
2	Создание проекта водопроводной сети в Epanet	Создание модели водораспределительной сети в соответствии с заданием на расчетно-графическую работы Создание узлов, участков сети, источников воды, насосных станции и водонапорных башен. Работа с настройками: определение отметок, длин участков, диаметров труб, коэффициентов шероховатости, водопотребления в узлах.
2	Создание проекта водопроводной сети в Epanet	Модельный расчет стационарной и нестационарной задачи. Расчет стационарной задачи. Расчет нестационарной задачи. Задание характеристики водопотребления. Проведение модельных расчетов. Верификация результатов. Исправление возможных ошибок расчета.
3	Рабочее пространство Epanet. Работа с проектами, объектами,	Использование правил управления моделью Создание скриптов управлением работы участков и сети во времени, скриптов включения и отключения насосов.

	картами. Моделирование.	
3	Рабочее пространство Eranet. Работа с проектами, объектами, картами. Моделирование.	Работа с настройками арматуры Создание клапанов и определение настроек работы. Решение задачи с созданием зоны водопроводной сети, где ограничивается давление.
4	Просмотр и анализ результатов. Оценка достоверности.	Работа с настройками моделирования качества воды в водопроводной сети. Решение задачи оценки времени нахождения воды в водопроводной сети. Решение задачи по моделированию остаточного хлора. Добавление еще одного источника в водопроводную сеть и оценка удельного веса воды, поступающей от каждого источника в водопроводную сеть с помощью индикаторного вещества.
4	Просмотр и анализ результатов. Оценка достоверности.	Работа с результатами расчета. Создание отчетов и графиков. Настройка визуального отображения расходов, напоров, концентраций во времени.
6	Введение. Знакомство с программой ANSYS CFX. Примеры применения программы. Основные функциональные возможности. Интерфейс "Воркбенч"	Анализ физической сущности моделируемого процесса Рассматриваем технологию работы сооружения (индивидуальное задание на курсовой проект). В зависимости от технологии намечаем принципиальные решения по количеству расчетных доменов. Подбираем техническую литературу для дальнейшей верификации модельных результатов (расчеты гидравлических прыжков, заполнение трубопроводов, расчеты траектории струй).
7	Работа с модулем построения геометрии расчетной области. Рассмотрение основных инструментов	Построение геометрии расчетной области сооружения Построение вспомогательных плоскостей. Рассмотрение инструментов для выполнения и редактирования эскизов, а также для привязки эскизов к координатам пространства.
7	Работа с модулем построения геометрии расчетной области. Рассмотрение основных инструментов	Построение геометрии расчетной области сооружения Рассмотрение инструментов для вытягивания трехмерных твердотельных объектов, замороженных объектов, объектов вырезания геометрии. Создание разрезов 3D геометрии.
7	Работа с модулем построения геометрии расчетной области. Рассмотрение основных инструментов	Построение геометрии расчетной области сооружения Создание геометрии в других графических редакторах и экспорт в ANSYS. Рассмотрение инструментов улучшения импортированной геометрии.
8	Работа с модулем создания расчетной сетки.	Построение расчетной сетки Рассмотрение видов расчетной сетки. Рассмотрение методов и инструментов для построения расчетной сетки. Рассмотрение параметров, определяющих качество сетки с учетом последующего успешного моделирования.
8	Работа с модулем создания расчетной сетки.	Построение расчетной сетки Рассмотрение инструментов для локального улучшения качества сетки.
8	Работа с модулем создания расчетной	Построение расчетной сетки Создание сетки в других приложениях и интеграция их в модель.

	сетки.	
9	Работа с модулем предмодельных настроек и модулем расчета.	Определение типа задачи. Назначение начальных и граничных условий. Рассмотрение настроек стационарной и нестационарной задачи. Рассмотрение настроек расчетной области. Рассмотрение настроек для задания начальных и граничных условий. Рассмотрение настроек результатов расчета.
9	Работа с модулем предмодельных настроек и модулем расчета.	Настройка модуля расчета. Анализ функций сходимости. Работа с модулем результатов расчета. Рассмотрение настроек модуля расчета. Виды функций и их роль. Рассмотрение инструментов для визуального отображения результатов расчета. Создание анимации моделируемого процесса.
9	Работа с модулем предмодельных настроек и модулем расчета.	Анализ модельных расчетов Анализ возможных ошибок и соответствующих корректировок модели. Качественная и количественная оценка результатов расчета

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Введение. Знакомство с программой Eranet. Основные функциональные возможности.	Освоение функций программы Eranet. Изучение руководства программы. Просмотр технической литературы по расчету водопроводной сети.
2	Создание проекта водопроводной сети в Eranet	Разработка модели водопроводной сети по варианту расчетно-графической работы. Руководствуясь данными лекционных занятий, руководством программы и рекомендуемой литературой разрабатывается трубопроводная обвязка сети в соответствии с вариантом расчетно-графической работы.
3	Рабочее пространство Eranet. Работа с проектами, объектами, картами. Моделирование.	Применение скриптов управления к моделируемой сети Применение скриптов для автоматизации работы узлов, участков и насосных станций во времени.
4	Просмотр и анализ результатов. Оценка достоверности.	Решение задач о качестве воды Проведение анализа водопроводной сети на время пребывания воды, концентрацию остаточного хлора. Оформление записки с иллюстрациями работы программы, графиками и таблицами расчетных характеристик.
6	Введение. Знакомство с программой ANSYS CFX. Примеры применения программы. Основные функциональные возможности. Интерфейс "Воркбенч"	Знакомство с программой ANSYS CFX. Просмотр руководства к программе. Примеров расчета.
7	Работа с модулем построения геометрии расчетной области. Рассмотрение	Построение геометрии расчетной области в соответствии с заданием на курсовой проект. Анализ технической литературы по технологии работы сооружения,

	основных инструментов	построение геометрии расчетной области с помощью рассмотренных инструментов.
8	Работа с модулем создания расчетной сетки.	Построение расчетной сетки Построение сетки и ее локальное сгущение с помощью рассмотренных инструментов.
9	Работа с модулем предмодельных настроек и модулем расчета.	Определение начальных и граничных условий. Проведение модельного расчета и анализ полученных результатов. Настройка граничных и начальных условий с помощью рассмотренных инструментов. Настройка результатов расчета. Качественная и количественная оценка результатов. Оформление записки курсового проекта и листов с графическим отображением результатов расчета.

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал по использованию Eranet и ANSYS CFX, практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков по созданию моделей в указанных программах. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины с использованием рекомендуемой литературы и интернет-ресурсов;

- подготовка к практическим занятиям;

- выполнение расчетно-графической работы и курсового проекта;

- подготовка к экзамену.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;

- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;

- подготовить отчеты по выполненной РГР и курсовому проекту;

- подготовиться к защите курсового проекта;

- подготовиться к промежуточной аттестации.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Ведение. Знакомство с программой Eranet. Основные функциональные возможности.	УК-1.3, ПКР-1.5, ПКР-1.7, УК-2.2, ПКР-1.2, ПКР-1.4, ПКР-1.6	Устный опрос
2	Создание проекта водопроводной сети в Eranet	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-1.6, ПКР-1.7, ПКР-1.8	Устный опрос
3	Рабочее пространство Eranet. Работа с проектами, объектами, картами. Моделирование.	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-1.6, ПКР-1.7, ПКР-1.8	Расчетно-графическая работа
4	Просмотр и анализ результатов. Оценка достоверности.	УК-1.3, УК-2.1, УК-3.7, УК-4.5, ПКР-1.1, ПКР-1.8, ПКР-1.6, ПКР-1.7	Расчетно-графическая работа
5	Самостоятельное освоение студентами программы Eranet	УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-3.7, УК-4.5, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКР-1.7, ПКР-1.8	Расчетно-графическая работа
6	Введение. Знакомство с программой ANSYS CFX. Примеры применения программы. Основные функциональные возможности. Интерфейс "Воркбенч"	УК-1.3, ПКР-1.5, ПКР-1.7, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, УК-2.2, ПКР-1.2, ПКР-	Устный опрос

		1.4	
7	Работа с модулем построения геометрии расчетной области. Рассмотрение основных инструментов	УК-2.1, УК-2.3, ПКР-1.1, ПКР-1.3, ПКР-1.6, ПК(Ц)- 1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, УК-1.3, ПКР-1.5, ПКР-1.7	Курсовой проект
8	Работа с модулем создания расчетной сетки.	УК-2.1, УК-2.3, ПКР-1.1, ПКР-1.3, ПКР-1.6, ПК(Ц)- 1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4	Курсовой проект
9	Работа с модулем предмодельных настроек и модулем расчета.	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ПКР-1.1, ПКР-1.4, ПКР-1.6, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПКР-1.2, УК-1.3, УК- 3.7, УК-4.5, ПКР-1.5, ПКР- 1.7, ПКР-1.8	Курсовой проект
10	Самостоятельная работа студентов по ANSYS CFX	УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-3.7, УК-4.5, ПКР- 1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР- 1.4, ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКР- 1.7, ПКР-1.8, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4	Курсовой проект
11	Иная контактная работа	УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-3.7, УК-4.5, ПКР- 1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР- 1.4, ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКР- 1.7, ПКР-1.8, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5	
12	Экзамен	УК-1.3, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-3.7, УК-4.5, ПКР- 1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР- 1.4, ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКР- 1.7, ПКР-1.8, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Тестовые задания

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции УК-1.3, УК-2.1, УК- 2.2, УК-2.3, УК-3.7, УК-4.5, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКР-1.7, ПКР- 1.8, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5)

1. Какую сеть позволяет моделировать Eranet

- а) водопровод
- б) канализация
- в) вентиляция
- г) отопление

2. Какие компоненты не используются в Eranet для создания водопроводной сети

- а) Соединение (узел)
- б) Источник
- в) Водонапорная башня
- г) Труба

- д) Насос
- е) Задвижка
- ж) Клапан удаления воздуха
- з) Расходомер

3. Назовите основные параметры узлового соединения для выполнения гидравлического моделирования сети

- а) высотная отметка
- б) водопотребление
- в) метка
- г) категория
- д) координата

4) Назовите основные параметры источника для выполнения гидравлического моделирования сети

- а) отметка воды
 - б) качество воды
 - в) метка
 - г) координата
 - д) описание
- 5) Какие уровни не задаются в водонапорной башне
- а) начальный уровень
 - б) минимальный уровень
 - в) максимальный уровень
 - г) средний уровень
 - д) аварийный уровень перелива

6) Назовите основные параметры трубопровода для выполнения гидравлического моделирования сети

- а) длина
 - б) диаметр
 - в) шероховатость
 - г) координата
 - д) фактор трения
- 7) Характеристика насоса задается с помощью:
- а) одной точки Q-H
 - б) двух точек Q-H
 - в) трех точек Q-H
 - г) все ответы правильные
 - д) только б и в

8) Сколько типов задвижки (клапана) можно моделировать в Epanet:

- а) 2
- б) 4
- в) 6
- г) 7

9) Какие формулы для определения потерь напора используются в Epanet

- а) Хазен–Вильямса
- б) Дарси–Вейсбаха
- в) Шези–Мэннинга
- г) Хазен– Мэннинга
- д) Дарси– Вильямса

10. Какие параметры качества воды предусмотрены в Epanet

- а) Остаточный хлор
- б) Возраст
- в) содержание индикатора
- г) только а и б
- д) только б и в
- е) только а и в
- ж) а, б и в

11. Чтобы настроить нестационарную задачу нужно:
- а) задать общую продолжительность в настройках параметров
 - б) нажать кнопку нестационарная задача на панели инструментов
 - в) задать характеристику водопотребления в узлах
 - г) ничего не делать, программа сама автоматически производит расчет такого типа задачи
12. Как называется приложение - инструмент для визуального проектирования конечно-элементного комплекса ANSYS, где представлены все мультидисциплинарные аналитические системы
- а) Workbench
 - б) DesignModeler
 - в) SpaceClaim
 - г) SpaceModule
 - д) WorkModule
 - е) Designbench
13. Какая аналитическая система не относится к моделированию гидродинамики потоков
- а) CFX
 - б) Fluent
 - в) Transient Structural
 - г) Static Structural
 - д) Electric
14. На каком этапе создается геометрия расчетной области модели в CFX
- а) на первом этапе
 - б) после генерации сетки
 - в) после задания начальных и граничных условий
 - г) такой этап не предусмотрен, геометрия экспортируется только из других программ
 - д) после расчета потока
15. Какой инструмент может использоваться для сгущения сетки на границе контакта потока с твердыми стенками
- а) Inflation
 - б) Sizing
 - в) Method
 - г) ContactSizing
 - д) все
 - е) только в и г
 - ж) только а и б
16. Каково оптимальное соотношение площадей max и min поверхностей (Aspect Ratio)
- а) $AR < 100$
 - б) $100 < AR < 1000$
 - в) $AR > 100$
 - г) $0 < AR < 1$
 - д) $AR < 1$
17. каково рекомендуемое значение сеточной ортогональности (Mesh Orthogonality)
- а) $MO > 0,1$
 - б) $MO < 0,1$
 - в) $MO = 0,5$
 - г) $MO = 0$
 - д) $0 < MO < 0,05$
18. Какой физический смысл заложен в параметр u^+
- а) это критерий Re в пограничном слое
 - б) это безразмерная скорость потока в пограничном слое
 - в) время движения частицы жидкости от стенки до границы пограничного слоя
 - г) размер пограничного слоя
 - д) шероховатость стенки
19. Какого граничного условия отвечает за присутствие атмосферы в CFX
- а) Inlet
 - б) Outlet

в) Opening

г) Wall

д) Symmetry

20. Где настраивается тип задачи (стационарный или нестационарный)

а) в Analysis type

б) в настройках домена

в) в граничных условиях

г) в начальных условиях

д) в Output Control

е) в Solver Control

21. Для чего используется инструмент Location в результатах расчета

а) для выполнения разреза геометрии

б) для отображения результатов расчета

в) для построения плоскости или другого типа геометрии

г) для записи видеофайла

д) для вычисления массового расхода

22. Верификация модельных результатов заключается

а) в качественном соответствии результатов физической сущности процесса

б) в количественном соответствии результатов опытным данным

в) равенстве массовых расходов потока на входе и выходе из домена

д) все перечисленное

23. Какова величина невязок для сходящейся задачи

а) $< 10^{-4}$

б) $< 10^{-5}$

в) $< 10^{-6}$

г) $< 10^{-3}$

д) $< 10^{-2}$

е) только а) б) в)

ж) только г) д)

Расчетно-графическая работа "Моделирование водопроводной сети". Задания для РГР размещены по адресу: <https://cloud.mail.ru/public/2fPn/ursvXewpe>

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания: - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки: - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Опишите основные принципы гидравлического моделирования водопроводной сети в Eranet
2. Какие компоненты используются для построения водопроводной сети и какими настройками характеризуются
3. Стационарная и нестационарная задача. Настройка суточного водопотребления города
4. Моделирование насосной станции. Задание характеристик насоса. Моделирование режима включения и отключения отдельных насосов
5. Запорная арматура. Виды клапанов. Практическое применение.
6. Моделирование аварий на сети. Управление узлам по часам суток.
7. Моделирование качества воды в водопроводной сети. Какие возможности у программы. Практическое применение.
8. Анализ результатов расчета. Что позволяет получить моделирование в Eranet. Инструменты отображения расчетных характеристик.
9. Виды характеристик. Принципы построения и применения в расчете.
10. Верификация результатов. Применение таблиц гидравлического расчета. Коэффициент шероховатости труб.
11. Основные принципы построения модели в ANSYS CFX

12. Основные принципы построения геометрии расчетной области
13. Основные принципы построения расчетной сетки
14. Основные принципы определения граничных и начальных условий
15. Работа с результатами расчета. Верификация результатов. Основные принципы верификации
16. Улучшение сходимости задачи, работа с сеткой и геометрией расчетной области. Анализ ошибок.
17. Создание мультидисциплинарных моделей в Воркбенче
18. Практическое применение ANSYS CFX для решения задач водоснабжения и водоотведения.
19. Анализ качества сетки, сгущение сетки. Определение зон сгущения в зависимости от сущности физического процесса.
20. Метод конечно-элементного анализа. Основные принципы.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Варианты практического задания для экзамена размещены по адресу:
<https://cloud.mail.ru/public/5gKZ/2HWWDDHE>

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовой проект "Разработка гидравлической модели в программе ANSYS CFX".

Задание: чертеж сосуда с указанием мест подачи и отвода жидкости. Варианты заданий размещены по адресу: <https://cloud.mail.ru/public/eGYr/2NzWsrRAk>

Студент может заменить типовое задание на расчетную схему задачи, связанной с его научным исследованием в магистратуре.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п.7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

В экзаменационный билет включается одно практическое задание, предусматривающее разработку модели в программе Eranet или ANSYS CFX и один теоретический вопрос, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Для выполнения практического задания на экзамене используется компьютер, теоретический вопрос оформляется письменно. Для выполнения задания по экзаменационному билету отводится 30 минут.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
Основная литература		
1	Федорова Н. Н., Вальгер С. А., Захарова Ю. В., Моделирование гидрогазодинамических процессов в ПК ANSYS 17.0, Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2016	ЭБС
2	Селезнев В. Е., Алешин В. В., Прялов С. Н., Математическое моделирование трубопроводных сетей и систем каналов, Саров: Alf @tgus, 2007	ЭБС
Дополнительная литература		
1	Федорова Н. Н., Вальгер С. А., Данилов М. Н., Захарова Ю. В., Основы работы в ANSYS 17, Москва: ДМК Пресс, 2017	ЭБС
2	Алексеев Е. В., Викулина В. Б., Викулин П. Д., Моделирование систем водоснабжения и водоотведения, Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015	ЭБС

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
EPANET 2 - РУССКАЯ ВЕРСИЯ. Расчет и моделирование напорных водораспределительных сетей РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ	https://docplayer.ru/26660416-Epanet-2-russkaya-versiya-raschet-i-modelirovanie-napornyh-vodoraspredelitelnyh-setey-rukovodstvo-polzovatelya.html
Клуб пользователей ANSYS	https://cae-club.ru/

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Ansys	Ansys сублицензионный договор №1976-ПО/2017-СЗФО от 16.10.2017 с ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс" бессрочный

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
50. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016
50. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
50. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.