



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Геотехники

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Инновационные методы расчета и современные технологии в подземном строительстве

направление подготовки/специальность 08.04.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Геотехника

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины "Инновационные методы расчёта и современные технологии в подземном строительстве" являются приобретение студентами знаний методологических основ технологических процессов в подземном строительстве, адаптация студентов к реальным условиям подземного строительного производства.

Задачами освоения дисциплины "Инновационные методы расчёта и современные технологии в подземном строительстве" являются развитие умения самостоятельно решать инженерно-технические задачи при возведении подземных объектов различного назначения; обучение свободному ориентированию в разработанной соответствующими специалистами строительной-технологической документации.

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-1 Способен разрабатывать и согласовывать технические решения и проектную документацию в области механики грунтов и фундаментостроения	ПК-1.1 Осуществляет разработку технического решения по объектам градостроительной деятельности в части устройства и использования оснований, конструкции фундаментов и подземных сооружений	знает - актуальную нормативную документацию и передовые технические решения в части устройства и использования оснований, конструкции фундаментов и подземных сооружений умеет - осуществлять разработку технических решений по объектам градостроительной деятельности в части устройства и использования оснований, конструкции фундаментов и подземных сооружений владеет - методами разработки технических решений по объектам градостроительной деятельности в части устройства и использования оснований, конструкции фундаментов и подземных сооружений

<p>ПК-1 Способен разрабатывать и согласовывать технические решения и проектную документацию в области механики грунтов и фундаментостроения</p>	<p>ПК-1.3 Осуществляет моделирование и анализ результатов расчетов для обоснования конструктивной надежности и безопасности объектов градостроительной деятельности в части использования оснований, конструкции фундаментов и подземных сооружений</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы численного моделирования механической работы оснований, фундаментов и подземных сооружений - основной перечень задач, решаемых в рамках расчетного обоснования конструктивной надежности и безопасности объектов градостроительной деятельности в части использования оснований, конструкции фундаментов и подземных сооружений <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - формировать расчетную схему для оценки конструктивной надежности и безопасности объектов градостроительной деятельности в части использования оснований, конструкции фундаментов и подземных сооружений методом конечных элементов - производить анализ полученных результатов расчета методом конечных элементов с применением специализированного программного комплекса с целью оценки конструктивной надежности и безопасности объектов градостроительной деятельности в части использования оснований, конструкции фундаментов и подземных сооружений методом конечных элементов <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения программных комплексов, реализующих выполнение геотехнических расчетов методом конечных элементов - знаниями об основных типах расчетов, выполняемых в рамках расчетного обоснования конструктивной надежности и безопасности объектов градостроительной деятельности в части использования оснований, конструкции фундаментов и подземных сооружений
<p>ПК-5 Способен анализировать информацию об объекте градостроительной деятельности для разработки программы работ в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения</p>	<p>ПК-5.3 Применяет современные средства информационных систем и информационно-коммуникационных технологий в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные параметры и функции современных программных комплексов для выполнения геотехнических расчетов <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять расчеты различной сложности в современных программных комплексах для выполнения геотехнических расчетов <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыком работы в современных программных комплексах для выполнения геотехнических расчетов

<p>ПК-5 Способен анализировать информацию об объекте градостроительной деятельности для разработки программы работ в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения</p>	<p>ПК-5.5 Определяет методы, приемы и технологии выполнения исследований и изысканий для разработки градостроительного решения в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения на основе выявленных особенностей объекта работ</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - типовые и нестандартные особенности объектов нового строительства и реконструкции, обуславливающие методы, приемы и технологии выполнения исследований и изысканий в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - корректно определять необходимый перечень приемов и технологий выполнения исследований и изысканий в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения для отдельно взятого объекта работ <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками определения необходимого перечня приемов и технологий выполнения исследований и изысканий в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения для отдельно взятого объекта работ
<p>ПК-6 Способен проводить полевые и лабораторные исследования для получения сведений о состоянии и прогнозируемых свойствах основания, конструкций фундаментов и подземных сооружений</p>	<p>ПК-6.3 Осуществляет выбор современных средств автоматизации в области геотехники и фундаментостроения, включая автоматизированные информационные системы</p>	<p>знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные методы автоматизации геотехнических расчетов с использованием командной строки расчетного программного комплекса, сторонних графических редакторов и языка программирования Python - основы синтаксиса командной строки программного комплекса, реализующего геотехнические расчеты методом конечных элементов <p>умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - автоматизировать выполнение геотехнических расчетов с использованием командной строки расчетного программного комплекса, сторонних графических редакторов и языка программирования Python <p>владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами автоматизации геотехнических расчетов с использованием командной строки расчетного программного комплекса, сторонних графических редакторов и языка программирования Python - знаниями о синтаксисе командной строки программного комплекса, реализующего геотехнические расчеты методом конечных элементов

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.ДВ.02.01 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
2	Механика грунтов в высотном и подземном строительстве	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК-6.2
3	Инженерные изыскания в геотехническом строительстве	ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-2.5, ПК-5.5
4	Фундаменты высотных зданий и сооружений	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4
5	Подземные сооружения промышленного и гражданского назначения	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.4, ПК-5.2, ПК-6.1, ПК-6.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5
6	Основы научных исследований	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ОПК-6.5, ОПК-6.6, ОПК-6.7

№ 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-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-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, 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-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5, ОПК-5.6, ОПК-5.7, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ОПК-6.5, ОПК-6.6, ОПК-6.7, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК-5.5, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-6.4, 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	64		64
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Лабораторные занятия (Лаб)	32	0	32
Практические занятия (Пр)	16	0	16
Иная контактная работа, в том числе:	1,5		1,5
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	35,75		35,75
Самостоятельная работа (СР)	114,75		114,75
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	216		216
зачетные единицы:	6		6

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. Теоретический и практический материал										
1.1.	1-й раздел: Введение. Материалы, применяемые в подземном строительстве. Нормативно-техническое регулирование в строительстве. Объемно-планировочные решения и конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения	3	6		4		8	47,7 5	65,75	ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-5.5, ПК-5.3, ПК-6.3	
1.2.	2-й раздел: Конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения. Гидроизоляция и дренаж подземных сооружений	3	4		4		10	33,5	51,5	ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-5.5, ПК-5.3, ПК-6.3	
1.3.	3-й раздел: Основы численного моделирования. Численное моделирование в подземном строительстве.	3	6		8		14	33,5	61,5	ПК-1.3, ПК-5.3, ПК-5.5, ПК-6.3, ПК-1.1	
2.	2 раздел. Иная контактная работа										
2.1.	Консультации и аттестации	3							1,25	ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-5.3, ПК-5.5, ПК-6.3	
3.	3 раздел. Контроль										
3.1.	Экзамен	3							36	ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-5.3, ПК-5.5, ПК-6.3	

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	1-й раздел: Введение. Материалы, применяемые в подземном строительстве.	1.1 Введение. Материалы, применяемые в подземном строительстве. История освоения подземного пространства. Основные определения. Классификация подземных сооружений. Современные аспекты строительства подземных сооружений. Бетоны, железобетон, набрызгбетон. Металл. Арматура, прокатные профили, трубы и

	<p>Нормативно-техническое регулирование в строительстве.</p> <p>Объемно-планировочные решения и конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения</p>	<p>растворы, применяемые в подземном строительстве.</p> <p>Введение в курс дисциплины.</p> <p>Строительные материалы, применяемые при строительстве подземных сооружений в современных условиях.</p>
1	<p>1-й раздел: Введение.</p> <p>Материалы, применяемые в подземном строительстве.</p> <p>Нормативно-техническое регулирование в строительстве.</p> <p>Объемно-планировочные решения и конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения</p>	<p>1.2 Нормативно-техническое регулирование в строительстве.</p> <p>Основные термины и определения. Техническое регулирование.</p> <p>Национальные стандарты и своды правил. Технические регламенты в строительстве. Техническое нормирование.</p> <p>Знакомство с понятием нормативно-технического регулирования в строительстве и специальной нормативно-технической документацией</p>
1	<p>1-й раздел: Введение.</p> <p>Материалы, применяемые в подземном строительстве.</p> <p>Нормативно-техническое регулирование в строительстве.</p> <p>Объемно-планировочные решения и конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения</p>	<p>1.3 Объемно-планировочные решения и конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения. Подземные автомагистрали и автотранспортные тоннели глубокого и мелкого заложения. Сооружения для учебных, научных организаций, культурно-бытового назначения. Сооружения медицинские, спортивные.</p> <p>Понятие объёмно-планировочного решения, конструктивных особенностей подземных сооружений различного назначения: линейные объекты; учебные, научные организации; организации культурно-бытового назначения; медицинские и спортивные сооружения.</p>
2	<p>2-й раздел:</p> <p>Конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения.</p>	<p>2.1 Конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения. Разработка конструкций и технологии для подземных энергетических сооружений и сооружений городского коммунального хозяйства. Оценка эффективности принятых конструкций.</p> <p>Рассмотрение особенностей конструкций и технологии для подземных энергетических сооружений и сооружений городского</p>

	Гидроизоляция и дренаж подземных сооружений	коммунального хозяйства
2	2-й раздел: Конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения. Гидроизоляция и дренаж подземных сооружений	2.2 Гидроизоляция и дренаж подземных сооружений. Мембраны. Рулонные органические материалы. Материалы жидкого нанесения. Мембраны на минеральном вяжущем. Применение бентонитовых глин. Дренажные работы при строительстве подземных сооружений. Современные гидроизоляционные материалы. Изучение конструктивных решений и особенностей их использования в подземном строительстве. Разновидности гидроизоляции и дренажных систем для подземных сооружений. Рационализация конструктивных решений и особенностей их использования в подземном строительстве.
3	3-й раздел: Основы численного моделирования. Численное моделирование в подземном строительстве.	3.1. Основы численного моделирования. Обзор существующих методов расчёта подземных сооружений. Классификация программных комплексов используемых для расчёта подземных сооружений. Выбор и назначение размеров расчётной области. Применение методов математических моделей в трёхмерном моделировании
3	3-й раздел: Основы численного моделирования. Численное моделирование в подземном строительстве.	3.2. Численное моделирование в подземном строительстве. Особенности моделирования подземных сооружений различного типа. Область применения и особенности использования программных комплексов МКЭ и при моделировании подземных сооружений. Особенности моделирования подземных сооружений различного назначения. Современные методы учёта технологии и технологических воздействий. Применение различных типов элементов для моделирования конструкций подземных сооружений. Место численного моделирования в строительстве.

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	1-й раздел: Введение. Материалы, применяемые в подземном строительстве. Нормативно-техническое регулирование в строительстве. Объемно-планировочные решения и конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения	Нормативно-техническое регулирование в строительстве. Освоение актуальной нормативно-технической документации в части регулирования строительства.
2	2-й раздел: Конструктивные особенности подземных	Конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения Подбор определённого конструктивного решения для подземных

	сооружений различного назначения. Гидроизоляция и дренаж подземных сооружений	сооружений различного назначения
3	3-й раздел: Основы численного моделирования. Численное моделирование в подземном строительстве.	Основы численного моделирования. Применение расчётных параметров и трёхмерной модели в программно-расчётном комплексе Plaxis 2D+3D
3	3-й раздел: Основы численного моделирования. Численное моделирование в подземном строительстве.	Численное моделирование в подземном строительстве. Частные случаи применения численного моделирования в подземном строительстве.

5.3. Лабораторные работы

№ разд	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
1	1-й раздел: Введение. Материалы, применяемые в подземном строительстве. Нормативно-техническое регулирование в строительстве. Объемно-планировочные решения и конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения	Введение. Материалы, применяемые в подземном строительстве. Изучение особенностей различных материалов, применяемых в подземном строительстве.
1	1-й раздел: Введение. Материалы, применяемые в подземном строительстве. Нормативно-техническое регулирование в строительстве. Объемно-планировочные решения и конструктивные	Объемно-планировочные решения и конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения Изучение конструктивных особенностей подземных сооружений различного назначения

	особенности подземных сооружений различного назначения	
2	2-й раздел: Конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения. Гидроизоляция и дренаж подземных сооружений	Конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения Рассмотрение конструктивных особенностей подземных сооружений различного назначения
2	2-й раздел: Конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения. Гидроизоляция и дренаж подземных сооружений	Гидроизоляция и дренаж подземных сооружений Подбор гидроизоляции и дренажной системы для подземных сооружений.
3	3-й раздел: Основы численного моделирования. Численное моделирование в подземном строительстве.	Основы численного моделирования. Соотношение расчётных параметров и трёхмерной модели в программно-расчётном комплексе Plaxis 2D+3D
3	3-й раздел: Основы численного моделирования. Численное моделирование в подземном строительстве.	Численное моделирование в подземном строительстве. Место численного моделирования в подземном строительстве

5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	1-й раздел: Введение. Материалы, применяемые в подземном строительстве. Нормативно-техническое регулирование в строительстве. Объемно-планировочные решения и	Создание трёхмерной модели в расчетно-программном комплексе Plaxis 2D+3D Создание трёхмерной модели в соответствии с индивидуальным заданием расчётно-программном комплексе Plaxis2D+3D с учётом особенностей строительных материалов, используемых в подземном строительстве, согласно актуальной нормативно-технической документации

	<p>конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения</p>	
2	<p>2-й раздел: Конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения. Гидроизоляция и дренаж подземных сооружений</p>	<p>Создание расчётно-математической модели в расчётно-программном комплексе Plaxis2D+3D Создание трёхмерной модели в соответствии с индивидуальным заданием расчётно-программном комплексе Plaxis2D+3D с учётом конструктивных особенностей и построением модели дренажной системы</p>
3	<p>3-й раздел: Основы численного моделирования. Численное моделирование в подземном строительстве.</p>	<p>Создание расчётно-математической модели в расчётно-программном комплексе Plaxis2D+3D Создание расчётно-математической модели в расчётно-программном комплексе Plaxis2D+3D с учётом всех изученных факторов в соответствии с актуальной нормативно-технической документацией</p>

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

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:

знать:

- технологии подземного строительства, перспективы развития подземного строительства на основе отечественного и зарубежного опыта;
- основные принципы при выборе рациональных вариантов проектных решений, регламентирующие требования их применению;
- состав строительных технологических процессов в подземном строительстве и последовательность их выполнения;
- передовой отечественный и зарубежный опыт проектирования и строительства;
- стандарты, технические условия и другие требования к разработке и оформлению проектно-сметной документации;

технические средства проектирования и строительства;

уметь:

- разрабатывать проектно-технологическую документацию на подземное строительство;
- выполнять расчёты с применением МКЭ;
- выполнять прочностные расчёты конструкций.

владеть:

- навыками вариантного оптимального проектирования.

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	1-й раздел: Введение. Материалы, применяемые в подземном строительстве. Нормативно-техническое регулирование в строительстве. Объемно-планировочные решения и конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения	ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-5.5, ПК-5.3, ПК-6.3	Устный опрос по материалу раздела
2	2-й раздел: Конструктивные особенности подземных сооружений различного назначения. Гидроизоляция и дренаж подземных сооружений	ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-5.5, ПК-5.3, ПК-6.3	Устный опрос по материалу раздела
3	3-й раздел: Основы численного моделирования. Численное моделирование в подземном строительстве.	ПК-1.3, ПК-5.3, ПК-5.5, ПК-6.3, ПК-1.1	Устный опрос по материалу раздела
4	Консультации и аттестации	ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-5.3, ПК-5.5, ПК-6.3	Проверка трехмерной модели в программно-расчетном комплексе
5	Экзамен	ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-5.3, ПК-5.5, ПК-6.3	Готовая модель в программно-расчетном комплексе

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

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ПК-1,1, ПК-1.3, ПК-6.3:

1. Конструктивные и технологические методы, используемые при разработке котлованов.
2. Основные виды ограждений: металлический шпунт, траншейная стена в грунте, буресекущиеся и буроскатальные сваи.
3. Основные способы раскрепления ограждений: земляные бермы, распорные системы, подкосы, анкера.
4. Принципы разработки котлованов методом «Топ-Даун» и «Полутоп-Даун».
5. Технологические методы устройства опускных колодцев и кессонов.
6. Методы искусственного улучшения оснований при устройстве глубоких котлованов.
7. Защита котлованов, подземных частей зданий и сооружений от подземных вод.
8. Влияние устройства глубоких котлованов на здания окружающей застройки и методы снижения их дополнительной осадки.
9. Методы расчета ограждений котлованов на устойчивость, прочность, деформативность (трещиностойкость) и дополнительные осадки зданий соседней застройки.
10. Основные модели грунтов, используемые при численном моделировании ограждений котлованов.

Компетенция ПК-5,3, ПК-5.5:

1. Нормативно-техническая документация, используемая в планировании градостроительной деятельности
2. Нормативная документация в части исследований в области механики грунтов.
3. Нормативная документация в части исследований в области геотехники.
4. Нормативная документация в части исследований в области фундаментостроения.
5. Геотехнический мониторинг при разработке котлованов.
6. Основные причины аварий при разработке котлованов.
7. Примеры успешной разработки котлованов в Санкт-Петербурге.

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

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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; - безусловно 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>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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>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

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Построение расчётно-математической модели в программно-расчётном комплексе Plaxis2D+3D в соответствии с заданием

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

Выполнение курсовой работы по дисциплине "Инновационные методы расчёта и современные технологии в подземном строительстве" проводится в виде предоставления выполненной трёхмерной расчётно-математической модели в программно-расчётном комплексе Plaxis 2D+3D. Выполнение данной модели производится студентом самостоятельно, в ходе освоения дисциплины.

"Проектирование и технология устройства котлованов вблизи соседних зданий";

"Устройство подземной части театра";

"Устройство подземной части физкультурно-оздоровительного комплекса"

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

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»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	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.	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

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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.
умения	<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>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач.</p> <p>Делает некорректные выводы.</p> <p>Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач.</p> <p>Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов.</p> <p>Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач</p> <p>Делает корректные выводы по результатам решения задачи.</p> <p>Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий.</p> <p>Не допускает ошибок при выполнении заданий.</p> <p>Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.</p> <p>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	Мангушев Р.А., Никифорова Н.С., Конюшков В.В., Осокин А.И., Сапин Д.А., Проектирование и устройство подземных сооружений в открытых котлованах, Москва: АСВ, 2016	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939415.html
2	Мангушев Р.А., Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения, Москва: АСВ, 2016	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301918.html

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
Инновационные методы расчета и современные технологии в подземном строительстве	https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=4879

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye-internet-resursy/
Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY	https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.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)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г
Math Cad версия 15	Сублицензионное соглашение на использование продуктов "PTC" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная
Plaxis 2D+3D версия 2018.01	Лицензия бессрочная
Python версия 3.7.6386.10	Свободно распространяемое
Midas (FEA NX)	Лицензия бессрочная
Midas (FEA NX)	Лицензия бессрочная

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
24. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
24. Учебная лаборатория грунтоведения ул. Егорова д5/8 ауд: 101Е, 201Е, 204Е, 206Е	-Одометр (компрессионный прибор, прибор одноосного сжатия) механический, Сдвиговой прибор механический, Испытательный комплекс АСИС: компрессионный прибор, сдвиговой прибор, Стабилометр (прибор трехосного сжатия) пневматический с бесшумным компрессором АСИС, Стабилометр (прибор трехосного сжатия) гидравлический с АСИС с комплектом оборудования: камеры типа "А", "Б", сферические иденторы, модуль одноосного сжатия скальных пород, одометр малого диаметра, Прибор вращательного среза грунтов (сдвигомер-крыльчатка), Пенетрометр системы Бойченко ПБ-1Ф, Испытательный стенд для моделирования работы фундаментов с системой АСИС, Прибор для определения степени пучинистости грунтов "Геотек" с морозильным шкафом, Система измерения температуры начала замерзания и оттаивания грунтов с малогабаритным морозильным шкафом, Прибор ПНГ-1 для определения свободного набухания, Шариковый штамп для испытания мерзлых грунтов к комплексу АСИС, Шкафы сушильные, Прибор стандартного уплотнения типа ПСУ малогабаритный, Бюксы, Весы лабораторные с максимальной массой 6 кг, Весы лабораторные с максимальной массой 0,5 кг (точные), Лабораторные ножи и шпатели, Индикаторы часового типа, Расходные материалы к оборудованию: резиновые и текстильные перчатки, вазелин, бумажные фильтры разного диаметра, латексные оболочки разного диаметра, резиновые перчатки
24. Учебные аудитории для проведения практических занятий, лабораторных работ, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Центр испытания грунтов ул. 2-я Красноармейская, д.5, Ауд. №104	Многофункциональная пенетрационно – буровая установка с комплектом бурового инструмента и многоканальными зондами. Экспонаты музея геологии.

<p>24. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.</p>
<p>24. Помещения для самостоятельной работы</p>	<p>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</p>

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