



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)**

Теория критического состояния в механике грунтов

направление подготовки/специальность 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Строительство подземных сооружений

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - приобретение студентами знаний о теоретических основах теории критического состояния, лежащей в основе всех современных моделей нелинейного поведения грунта.

Задачи дисциплины:

- 1) Обобщение знаний о механическом поведении грунта при приложении различных нагрузок;
- 2) Обучение основным принципам теории пластического течения и упрочнения применительно к нелинейным геотехническим задачам;
- 3) Обучение методам оценки применимости различных моделей поведения грунта к выполняемым расчетам в численной постановке.

## 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-3 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки | ПК-3.1 Осуществляет выбор, сбор и изучение необходимой научно-технической информации по теме исследований и разработок | <b>знает</b><br>- основные научно-технические информационные базы, используемые в строительной отрасли<br>- основные критерии подбора научно-технической информации по теме исследований и разработок<br><b>умеет</b><br>- осуществляет выбор, сбор и изучение необходимой научно-технической информации по теме исследований и разработок<br><b>владеет</b><br>- методами поиска, систематизации и оценки соответствия изучаемой теме научно-технической информации |
| ПК-3 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки | ПК-3.2 Проводит анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений и их теоретическое обобщение             | <b>знает</b><br>- принципы верификации применяемых нелинейных моделей грунтового основания по результатам лабораторных испытаний грунтов<br><b>умеет</b><br>- производить верификацию применяемых нелинейных моделей грунтового основания по результатам лабораторных испытаний грунтов<br><b>владеет</b><br>- аналитическими и численными методами верификации применяемых нелинейных моделей грунтового основания по результатам лабораторных испытаний грунтов    |

|  |   |  |
|--|---|--|
| ПК-3 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки | ПК-3.3 Осуществляет обработку результатов исследований и получение экспериментально-статистической модели, описывающей поведение исследуемого объекта | <b>знает</b><br>- основные принципы описания нелинейного механического поведения грунтов основания при приложении различных типов нагрузок<br><b>умеет</b><br>- описывать нелинейное механическое поведение грунтов основания с помощью законов нелинейной упругости, пластического течения и пластического упрочнения<br><b>владеет</b><br>- методами решения нелинейных систем уравнений применительно к задачам нелинейной механики грунтов |
|--|---|--|

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.16 основной профессиональной образовательной программы 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

| № п/п | Предшествующие дисциплины                             | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|-------|---|--|
| 1     | Основы научно-технических исследований                | ОПК-3.6, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-11.5, ОПК-11.6  |
| 2     | Проектирование подземных сооружений в особых условиях | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-1.8, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3   |
| 3     | Геомеханика   | ПК-1.1, ПК-1.2   |
| 4     | Нелинейные задачи строительной механики               | ПК-1.6, ПК-1.8   |
| 5     | Инженерно-геологические изыскания в строительстве     | ПК-5.1, ПК-5.2   |
| 6     | Информационные технологии геотехнических расчетов     | ПК-1.5, ПК-1.8, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.5  |
| 7     | Нормативная база проектирования подземных сооружений  | ПК-2.1, ПК-4.1, ПК-4.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.4   |
| 8     | Основания и фундаменты                                | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.4   |
| 9     | Строительная механика                                 | ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.8, ОПК-3.1, ОПК-6.11, ОПК-11.1, ОПК-11.3, ОПК-11.6   |
| 10    | Механика грунтов                                      | ОПК-3.1, ОПК-5.7, ОПК-5.9, ОПК-5.10  |
| 11    | Инженерная геология                                   | ОПК-3.8, ОПК-3.9, ОПК-3.11, ОПК-4.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.5, ОПК-5.7, ОПК-5.8, ОПК-5.9, ОПК-5.10, ОПК-5.11, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ОПК-6.17 |
| 12    | Высшая математика                                     | УК-1.5, УК-1.6, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-1.7, ОПК-1.8, ОПК-11.4   |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 13 | Сопротивление материалов. Основы теории упругости и пластичности | ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.5, ОПК-3.1, ОПК-6.11, ОПК-11.1, ОПК-11.3 |
|----|--|--|

Успешное освоение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении предшествующих дисциплин.

| № п/п | Последующие дисциплины | Код и наименование индикатора достижения компетенции           |
|-------|------------------------|--|
| 1     | Проектная практика     | ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-1.8, ПК-2.1, ПК-2.2, УК-2.1 |

**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 |
|---|-------------|--|---------|
|   |             |  | 11      |
| <b>Контактная работа</b>  | 48          |  | 48      |
| Лекционные занятия (Лек)  | 16          | 0                                      | 16      |
| Практические занятия (Пр)   | 32          | 0                                      | 32      |
| <b>Иная контактная работа, в том числе:</b>   | 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    |
| <b>Часы на контроль</b>   | 8,75        |  | 8,75    |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>  | 49,75       |  | 49,75   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>   |             |  |         |
| <b>часы:</b>  | 108         |  | 108     |
| <b>зачетные единицы:</b>  | 3           |  | 3       |

**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. | История развития теоретической механики грунтов | 11      | 8   |                                   | 2     |                                   |       | 6                                 | 16 | ПК-3.1, ПК-3.2 |                                       |

|      |  |    |   |  |    |  |  |  |           |       |                              |
|------|--|----|---|--|----|--|--|--|-----------|-------|------------------------------|
| 1.2. | Математические основы решения систем нелинейных уравнений теории механики грунтов. | 11 |   |  | 16 |  |  |  | 16        | 32    | ПК-3.2,<br>ПК-3.3            |
| 1.3. | Упругопластическое деформирование грунтов  | 11 | 8 |  | 14 |  |  |  | 27,7<br>5 | 49,75 | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3 |
| 2.   | 2 раздел. Иная контактная работа   |    |   |  |    |  |  |  |           |       |                              |
| 2.1. | Консультации   | 11 |   |  |    |  |  |  |           | 1,25  | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3 |
| 3.   | 3 раздел. Контроль   |    |   |  |    |  |  |  |           |       |                              |
| 3.1. | Зачет с оценкой  | 11 |   |  |    |  |  |  |           | 9     | ПК-3.1,<br>ПК-3.2,<br>ПК-3.3 |

### 5.1. Лекции

| № разд | Наименование раздела и темы лекций              | Наименование и краткое содержание лекций   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1      | История развития теоретической механики грунтов | Лекция 1. Введение в дисциплину. История возникновения и становления "классической" механики грунтов - закон Кулона, допущение об упругой работе грунтового основания, расчеты по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения. Причины применения большего числа допущений в "классической" механике грунтов.<br>Данная лекция посвящена введению в дисциплину и причинам того, почему до момента возникновения механики критических состояний не рассматривалась полноценная нелинейность работы грунтового основания. Данная лекция подводит студентов к последующему материалу, раскрывающему принципы и методы нелинейной механики грунтов. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1      | История развития теоретической механики грунтов | Лекция 2. История возникновения теории критических состояний в механике грунтов. Теоретические предпосылки теории пластичности к разработке данной теории. Основные гипотезы и допущения данной теории. Критика теории критического состояния и современное развитие<br>Серия лекций, посвященная подробной истории развития теории критического состояния в механике грунтов, ее теоретическим основам и проблемам.   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3      | Упругопластическое деформирование грунтов       | Лекция 3. Математическое представление упругой и пластической частей упругопластического деформирования грунта. Использование инвариант напряжений при расчете деформаций упругопластической среды. Расчет упрочняющимся сред. Характерные лабораторные графики испытаний, необходимые для определения параметров нелинейных моделей   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3      | Упругопластическое деформирование грунтов       | Лекция 4. Современные направления развития нелинейной механики грунтов. Модели двойного упрочнения. Существующие недостатки решений теории критического состояния. Переуплотнение грунтов основания. Вопросы процессов консолидации при оценке прочности упрочняющихся сред. Модели реализующие пластическое деформирование во времени, обусловленные вязкостью.   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## 5.2. Практические занятия

| № разд | Наименование раздела и темы практических занятий                                   | Наименование и содержание практических занятий  |
|--------|--|---|
| 1      | История развития теоретической механики грунтов                                    | Вводное практическое занятие. Применение простейших законов механики грунтов для описания нелинейного поведения грунта при выполнении расчетов методом конечных элементов.  |
| 2      | Математические основы решения систем нелинейных уравнений теории механики грунтов. | Введение в численные методы. Использование языка программирования Python или программного комплекса MathCad для решения систем линейных алгебраических уравнений. Данный раздел необходим для освоения инструментов численного моделирования и простейших методов численного моделирования. |
| 2      | Математические основы решения систем нелинейных уравнений теории механики грунтов. | Методы решения нелинейных уравнений численными методами. Метод Ньютона, метод Рунге-Кутты. Использование данных методов необходимо начинать именно с решения простых нелинейных уравнений, с переходом на системы нелинейных уравнений.   |
| 2      | Математические основы решения систем нелинейных уравнений теории механики грунтов. | Решение систем нелинейных уравнений с использованием различных численных методов  |
| 2      | Математические основы решения систем нелинейных уравнений теории механики грунтов. | Методы приведения данных лабораторных испытаний к математическим функциям. Метод наименьших квадратов. Наиболее широко применяемые функции для аппроксимации лабораторной кривой приближенной математической функцией.  |
| 3      | Упругопластическое деформирование грунтов  | Принцип формирования упругопластической матрицы. Выражения матрицы через различные компоненты напряжений.   |
| 3      | Упругопластическое деформирование грунтов  | Математическое моделирование лабораторных испытаний грунтов с использованием различных нелинейных моделей с одной поверхностью текучести аналитическими методами. Критерии сходимости поведения численной нелинейной модели и фактического лабораторного испытания.                         |
| 3      | Упругопластическое деформирование грунтов  | Математическое моделирование лабораторных испытаний грунтов с использованием различных нелинейных моделей с несколькими поверхностями текучести аналитическими методами. Область применения данного типа моделей. Выбор модели для расчетного обоснования проектных решений.                |
| 3      | Упругопластическое деформирование грунтов  | Аппроксимация параметров нелинейной модели по кривой лабораторных испытаний с помощью модуля Soil Test  |

## 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

| № разд | Наименование раздела дисциплины и темы          | Содержание самостоятельной работы  |
|--------|---|--|
| 1      | История развития теоретической механики грунтов | Самостоятельная работа<br>Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям |
| 2      | Математические основы решения систем нелинейных | Самостоятельная работа<br>Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим          |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | уравнений теории механики грунтов.        | занятиям   |
| 3 | Упругопластическое деформирование грунтов | Самостоятельная работа<br>Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям |

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

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД).

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;
- выполнить задания в рамках изучаемой темы;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является зачет с оценкой. Зачет с оценкой проводится по расписанию сессии. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 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     | История развития теоретической механики грунтов                                    | ПК-3.1, ПК-3.2   | Ответы на вопросы           |
| 2     | Математические основы решения систем нелинейных уравнений теории механики грунтов. | ПК-3.2, ПК-3.3   | Решение задач по вариантам. |
| 3     | Упругопластическое деформирование грунтов  | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3                                   | Ответы на вопросы           |
| 4     | Консультации   | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3                                   |                             |
| 5     | Зачет с оценкой  | ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3                                   |                             |

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 индикаторов достижения компетенций ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3)

1) Вычислить графики трехосного испытания грунта с использованием модели Modify Cam Clay с заданными параметрами модели и боковым обжатием образца грунта 100 кПа.

2) Вычислить графики одометрического испытания грунта с использованием модели Hardening Soil с заданными параметрами модели.

3) аппроксимировать график трехосного испытания грунта с помощью асимптотической функции и метода наименьших квадратов.

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

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

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

Примерные теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Основные законы "классической" механики грунтов. Закон Кулона-Мора. Закон Гука.
2. Допущения, принятые в расчете осадок фундаментов методом послойного суммирования, в расчете устойчивости откосов методом кругло цилиндрических поверхностей.
3. Понятия о напряжениях и относительных деформациях. Механическое определение матрицы жесткости для линейного и нелинейного упругого поведения.
4. Причина введения большого числа допущений в расчетах "классической" механики грунтов.
5. Основные положения теории критического состояния в механике грунтов. Понятие о шатровой поверхности текучести, теоретические предпосылки.
6. Основы теории пластичности. Различия пластического течения и пластического упрочнения.
7. Основы теории пластичности. Понятие о пластическом множителе. Ассоциированный закон пластического деформирования. Понятия о поверхности текучести и пластическом потенциале.
8. Основы теории пластичности. Принцип формирования упругопластической матрицы.

9. Модель грунтового основания Modify Cam Clay. Параметры, особенности, закон деформирования.
10. Модель грунтового основания Soft Soil. Параметры, особенности, закон деформирования.
11. Модель грунтового основания Hardening Soil. Параметры, особенности, закон деформирования.
12. Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона.
13. Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Метод Рунге-Кутты.
14. Применение численных методов для расчета деформаций нелинейных моделей грунтового основания.
15. Аналитическое моделирование трехосных испытаний грунтов с использованием различных моделей грунта.
16. Аналитическое моделирование компрессионных испытаний грунтов с использованием различных моделей грунта.
17. Аналитическое моделирование испытания грунтов на простой сдвиг с использованием различных моделей грунта.
18. Определение параметров нелинейных моделей по данным лабораторных испытаний.
19. Аппроксимация лабораторных кривых испытания грунтов с помощью метода наименьших квадратов.
20. Уточнения параметров механической модели с помощью модуля Soil Test.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Приведен объект нового строительства. Необходимо привести обоснование моделей грунтового основания подходящих для корректного описания поведения массива грунта и набора лабораторных испытаний, необходимых для их определения.

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

Обоснование численной модели грунтового основания объекта нового строительства/реконструкции.

#### 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. 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой.

#### 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:<br/>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;<br/>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;<br/>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/>-знания теоретического материала;<br/>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;<br/>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;<br/>-знания теоретического материала<br/>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;<br/>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;<br/>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;<br/>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,<br/>-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  |
|---|--|---|
| <b><u>Основная литература</u></b>       |  |   |
| 1                                       | Цай Т. Н., Бородич М. К., Мандриков А. П., Строительные конструкции. Металлические, каменные, армокаменные конструкции. Конструкции из дерева и пластмасс. Основания и фундаменты, Санкт-Петербург: Лань, 2021     | <a href="https://e.lanbook.com/book/168531">https://e.lanbook.com/book/168531</a>   |
| 2                                       | Мангушев Р.А., Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения, Москва: АСВ, 2016  | <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301918.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301918.html</a> |
| 3                                       | Мангушев Р. А., Усманов Р. А., Основания и фундаменты. Решение практических задач, Санкт-Петербург: Лань, 2022   | <a href="https://e.lanbook.com/book/254654">https://e.lanbook.com/book/254654</a>   |
| <b><u>Дополнительная литература</u></b> |  |   |
| 1                                       | Далматов Б. И., Бронин В. Н., Карлов В. Д., Мангушев Р. А., Сахаров И. И., Сотников С. Н., Улицкий В. М., Фадеев А. Б., Далматов Б. И., Бугров А. К., Кириллов В. М., Соболевский Д. Ю., Основы геотехники, , 2002 | 175   |
| 1                                       | Мангушев Р. А., Ершов А. В., Лабораторные исследования физических и механических свойств грунтов, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/33298.html">http://www.iprbookshop.ru/33298.html</a>   |

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   |
|---|---|
| Численное моделирование оснований и фундаментов | <a href="https://moodle.spbgasu.ru/enrol/index.php?id=1313">https://moodle.spbgasu.ru/enrol/index.php?id=1313</a> |

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

| Наименование  | Электронный адрес ресурса   |
|---|---|
| Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента" | <a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>   |
| Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"             | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>   |
| Электронно-библиотечная система издательства "Лань"                 | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>   |
| Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY               | <a href="https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf">https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf</a> |
| Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle                      | <a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>   |
| Информационно-правовая система Консультант                          | \\law.lan.spbgasu.ru\Consultant Plus ADM  |

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)   |
|-----------------------------|---|
| Math Cad версия 15          | Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" 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   |

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   |
|--|---|
| 24. 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. |
| 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. 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, аудиосистема), доска, 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.