

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра инженерной геологии и охраны недр

Авторы-составители: **Маковецкий Олег Александрович**

Рабочая программа дисциплины

МЕХАНИКА ГРУНТОВ

Код УМК 62418

Утверждено
Протокол №9
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Механика грунтов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.01** Геология

направленность Гидрогеология и инженерная геология

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Механика грунтов** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

05.03.01 Геология (направленность : Гидрогеология и инженерная геология)

ПК.16 способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)

ПК.17 способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	05.03.01 Геология (направленность: Гидрогеология и инженерная геология)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Механика грунтов. Первый семестр

Дисциплина "Механика грунтов" является одной из основных инженерных дисциплин для студентов всех строительных специальностей. Целью ее является формирование знаний и навыков у инженера-геолога для оценки физико-механических свойств грунтов основания объекта строительства, определения напряженно-деформируемого состояния активной зоны, несущей способности грунта, расчета устойчивости откосов и склонов, давления грунта на ограждающие конструкции, прогноза общих осадков и осадков во времени.

Механические свойства грунтов

Понятие об основных закономерностях механики грунтов. Зависимость между внешним давлением и изменением коэффициента пористости. Компрессионная зависимость. Коэффициент сжимаемости. Общий случай компрессорной зависимости. Сжатие при возможности бокового расширения грунта. Коэффициент бокового давления. Определение модуля деформации грунта. Его связь с коэффициентом сжимаемости. Зависимость между скоростью фильтрации и действующим напором в грунте. Определение коэффициента фильтрации. Начальный градиент напора. Гидродинамическое давление. Зависимость между нормальным давлением и сопротивлением сдвигу для песчаных и глинистых грунтов. Сопротивление грунтов сдвигу при завершённой и незавершённой консолидации. Трёхосное сжатие грунтов. Основные деформационные характеристики. Методы определения механических свойств грунтов в полевых условиях.

Физическая природа и условия формирования грунтов

Рассматриваются вопросы: Происхождение, условия формирования и зерновой состав различных видов грунтов, Грунты как дисперсные системы, Виды воды в грунтах, Структура и текстура грунтов, Основные физические характеристики и показатели грунтов.

Классификация грунтов и основные расчетные характеристики

Рассматриваются следующие вопросы: Классификации грунтов, основные расчетные модели грунта, расчетные характеристики и зависимости, определение напряжений и перемещений в грунтах, области предельного равновесия грунта и их влияние на напряженное состояние основания

Понятие о механических характеристиках грунта

Изучаются механические характеристики грунта. Методы их изучения и определения

Полевые и лабораторные методы

Освещаются полевые и лабораторные методы используемые для изучения физико-механических свойств грунтов и используемое оборудование

Определение характеристик прочности и деформируемости грунтов

Изучаются методики определения показателей прочности и деформируемости грунтов

Теория распределения напряжения в массивах грунтов

Общие положения о распределении напряжений в грунте. Фазы напряженного состояния. Основные модели грунтовой среды. Применение методов теории упругости к расчету основания. Определение напряжений в грунтовой массе от действия местной нагрузки на его поверхности. Задача Буссинеска. Распределение напряжений в случае плоской задачи. Задача Фламана. Распределение напряжений от нагрузки равномерно распределенной по ограниченной площади. Метод угловых точек. Распределение напряжений в основании в случае неравномерной нагрузки по площадке любой формы. Влияние площади загрузки. Главные напряжения. Эпюры напряжений. Действие любой нагрузки, меняющейся по закону прямой. Влияние анизотропии и неоднородности грунтового массива. Распределение

напряжений под штампом, влияние жесткости на вид эпюр. Распределение напряжений в грунте от нагрузки, приложенной внутри массива. Распределение напряжений от собственного веса грунта. Экспериментальные данные о распределении напряжений в грунтах и их сравнение с теоретическими результатами

Общие положения о распределении напряжения в грунте Определение напряжения в грунтовом массиве

Рассматривается зависимость напряжений в грунте от типа фундамента и приводятся примеры расчета напряжений для случаев плоской, пространственной и осесимметричной задач

Определение напряжения в грунтовом массиве

Затрагиваются вопросы:

Определение напряжений в массивах грунтов

Модель местных упругих деформаций и упругого полупространства

Влияние жесткости фундаментов на распределение контактных напряжений

Распределение напряжений в грунтовых основаниях от собственного веса грунта

Определение напряжений в грунтовом массиве от действия местной нагрузки на его поверхности

Плоская задача. Действие равномерно распределенной нагрузки

Пространственная задача. Действие равномерно распределенной нагрузки

Метод угловых точек

Предельное состояние грунтового массива

Общие положения. Фазы напряженного состояния грунтов при возрастании нагрузки. Поверхности скольжения. Основные положения теории предельного равновесия. Условия возникновения пластических сдвигов в грунте. Условия предельного равновесия для песчаных и глинистых грунтов. Дифференциальные уравнения равновесия грунтов в предельно напряженном состоянии. Критические нагрузки на грунт. Начальная критическая нагрузка и расчетное сопротивление грунтов. Предельная нагрузка для сыпучих и глинистых грунтов, для фундаментов мелкого и глубокого заложения. Устойчивость откосов и склонов. Причины потери устойчивости откосов. Устойчивость свободных откосов и склонов идеально сыпучих грунтов, учет влияния фильтрационных сил. Устойчивость откосов грунтов, обладающих только сцеплением. Устойчивость откосов по теории предельного равновесия. Приближенный метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения. Понятие о коэффициенте устойчивости. Определение давления грунта на ограждающие конструкции (подпорные стенки). Существующие методы определения давления на подпорные стенки. Сыпучие грунты. Понятие об активном и пассивном давлении. Учет равномерно распределенной нагрузки, приложенной к поверхности грунта. Учет наклона задней грани стенки при определении активного давления. Учет связности грунта при определении давления на стенку. Строгие и приближенные методы решения задачи. Графи-ческий метод определения давления грунта на подпорные стенки.

Устойчивость откосов и подпорных стен

Значение вопроса и общие положения, Устойчивость откосов при плоских поверхностях скольжения, Расчет устойчивости откосов при криволинейных поверхностях скольжения, Расчет устойчивости откосов с использованием строгих решений теории предельного равновесия, Условия применения различных методов расчета и мероприятия для повышения устойчивости

Определение критических нагрузок на грунты

Даются методики определения начальной и предельной критических нагрузок

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Основания и фундаменты : методические указания / составители Р. А. Мангушев, А. В. Ершов. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 90 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/30010>
2. Механика грунтов, основания и фундаменты:учеб. пособие/С. Б. Ухов.ю В. В. Семенов, В. В. Знаменский и др.; под ред. С Б. Ухова.-2-е изд., стер..-М.:Изд-во Ассоциации строит. вузов,2005, ISBN 5-87829-003-0.-528.-Библиогр.: с. 520-521
3. Цытович Н. А. Механика грунтов:краткий курс: [для строит. спец. вузов]/Н. А. Цытович.-М.:Высш. школа,1983.-288.-Библиогр.: с. 280

Дополнительная:

1. Геология в развивающемся мире:сборник научных трудов по материалам XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых/М-во науки и высш. образования РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь:ПГНИУ,2020, ISBN 978-5-7944-3527-6.-581.- Библиогр. в конце ст. <https://elis.psu.ru/node/622583>
2. Геоэкология, инженерная геодинамика, геологическая безопасность. Печеркинские чтения:сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию профессора И. А. Печеркина (г. Пермь, 14–15 ноября 2018 г)/М-во науки и высш. образования РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь:ПГНИУ,2019, ISBN 978-5-7944-3284-8-Библиогр. в конце ст. <https://elis.psu.ru/node/570546>
3. Пыхтеева, Н. Ф. Механика грунтов : учебное пособие / Н. Ф. Пыхтеева, В. В. Букша, В. И. Миронова ; под редакцией Л. Н. Аверьянова. — Саратов : Вузовское образование, 2018. — 94 с. — ISBN 978-5-4487-0305-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/77220.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://elibrary.ru/defaultx.asp> Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru

<http://library.psu.ru/node/1170> Электронно-библиотечная система IPRbooks

<https://elis.psu.ru/> Цифровая библиотека ПГНИУ

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Механика грунтов** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине **Механика грунтов**

предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Офисный пакет приложений

2. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов

3. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель)

4. Офисный пакет приложений «LibreOffice».

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Лабораторные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Групповые консультации:

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

4. Текущий контроль:

Аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

5. Самостоятельная работа:

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Механика грунтов**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.17

способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.17 способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций</p>	<p>Знать: основные типы грунтов и их физико-механические характеристики. Уметь: в составе научно-исследовательского коллектива интерпретировать геологическую информацию, составлять отчеты, рефераты, библиографии по тематике научных исследований, владеет навыком подготовки публикаций. Владеть: методами анализа основных закономерностей поведения грунтовых материалов.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Знает основные типы грунтов и их физико-механические характеристики. Не умеет в составе научно-исследовательского коллектива интерпретировать геологическую информацию, не умеет составлять отчеты, рефераты, библиографии по тематике научных исследований</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Знает основные типы грунтов и их физико-механические характеристики. Умеет в составе научно-исследовательского коллектива интерпретировать геологическую информацию,</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Знает основные типы грунтов и их физико-механические характеристики. Умеет в составе научно-исследовательского коллектива интерпретировать геологическую информацию, умеет составлять отчеты, рефераты, библиографии по тематике научных исследований, владеет навыком подготовки публикаций.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Знает основные типы грунтов и их физико-механические характеристики. Умеет в составе научно-исследовательского коллектива интерпретировать геологическую информацию, умеет составлять отчеты, рефераты, библиографии по тематике научных исследований, владеет навыком подготовки публикаций. Владеет методами анализа основных закономерностей поведения грунтовых</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично материалов

ПК.16

способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.16 способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)	Знать: механические свойства грунтов, теорию распределения напряжения в массивах грунтов, геологические процессы протекающие в грунтах. Уметь: рассчитывать деформации и определять устойчивость откосов, критические нагрузки на грунт. Владеть: современными инженерными методами прогноза изменения геотехнической ситуации.	<p>Неудовлетворител Знает механические свойства грунтов, знает теорию распределения напряжения в массивах грунтов. Не знает реологические процессы протекающие в грунтах. Не умеет рассчитывать деформации и умеет определять устойчивость откосов и критические нагрузки на грунт.</p> <p>Удовлетворительн Знает механические свойства грунтов, знает теорию распределения напряжения в массивах грунтов. Слабо знает реологические процессы протекающие в грунтах. Не умеет рассчитывать деформации и умеет определять устойчивость откосов и критические нагрузки на грунт.</p> <p>Хорошо Знает механические свойства грунтов, знает теорию распределения напряжения в массивах грунтов. Знает реологические процессы протекающие в грунтах. Умеет рассчитывать деформации и умеет определять устойчивость откосов и критические нагрузки на грунт.</p> <p>Отлично Знает механические свойства грунтов, знает теорию распределения напряжения в массивах грунтов. Знает реологические процессы протекающие в грунтах. Умеет рассчитывать деформации и умеет</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично определять устойчивость откосов и критические нагрузки на грунт. Владеет современными инженерными методами прогноза изменения геотехнической ситуации

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.17 способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций	Определение характеристик прочности и деформируемости грунтов Защищаемое контрольное мероприятие	Знает характеристики прочности и деформируемости грунта. Умеет их рассчитать.
ПК.16 способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)	Определение напряжения в грунтовом массиве Защищаемое контрольное мероприятие	Уметь определить напряжения в грунтовом массиве.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.17 способность в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций	Определение критических нагрузок на грунты Итоговое контрольное мероприятие	Умеет рассчитать критические нагрузки

Спецификация мероприятий текущего контроля

Определение характеристик прочности и деформируемости грунтов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Формулировка закона сжимаемости	9
Водопроницаемость грунтов.	8
Структурная фазовая деформируемость.	7
Контактная сопротивляемость сдвигу.	6

Определение напряжения в грунтовом массиве

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Модель линейно деформированного грунта	9
Задачи Бусесенеска	8
Распределение напряжений от собственного веса грунта	7
Изолинии напряжений	6

Определение критических нагрузок на грунты

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Активное давление грунта 12	12
Несущая способность грунта	11
Теория предельного равновесия	10
Расчет устойчивости склона 7	7