МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет горный

Кафедра Прикладной геологии и технологии геологической разведки

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для студентов заочной формы обучения**

по дисциплине «Механика грунтов и горных пород»

для специальности 21.05.02. Прикладная геология

специализация Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Общая трудоемкость дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Виды занятий | Распределение по семестру  в часах | Всего часов |
| 8  семестр |  |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость | 72 | 72 |
| Аудиторные занятия, в т.ч.: | 16 | 16 |
| лекционные (ЛК) | 8 | 8 |
| практические (семинарские) (ПЗ, СЗ) | - | - |
| лабораторные (ЛР) | 8 | 8 |
| Самостоятельная работа студентов (СРС) | 56 | 56 |
| Форма промежуточного контроля в семестре\* | зачет |  |
| Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) | - |  |

**Краткое содержание курса**

**Структура и объем учебного курса**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № темы | Наименование темы | Всего часов по семестру | Ауди-торные занятия | СРС | Аудиторные занятия в т.ч. | |
| ЛК | ЛР |
| 1 | Механика грунтов и горных пород, ее содержание и основные понятия | 8 | 2 | 6 | 1 |  |
| 2 | Основные представления о напряженном состоянии грунтов и горных пород | 8 | 2 | 6 |  | 1 |
| 3 | Использование Основных положений распределелния напряжений в геотехнике | 8 | 1 | 6 | 1 | 1 |
| 4 | Оценка деформируемости грунтов и горных пород в основании сооружений | 8 | 1 | 6 | 1 | 1 |
| 5 | Методы расчета осадок сооружений | 8 | 2 | 6 | 1 | 1 |
| 6 | Расчет устойчивости оснований сооружений | 8 | 2 | 6 | 1 | 1 |
| 7 | Расчет устойчивости склонов и откосов | 8 | 2 | 8 | 1 | 1 |
| 8 | Расчет устойчивости подпорных сооружений | 8 | 2 | 6 | 1 | 1 |
| 9 | Расчет устойчивости горных пород в подземных выработках | 8 | 2 | 6 | 1 | 1 |
|  | Всего | 72 | 16 | 56 | 8 | 8 |

**Содержание программы лекционного курса**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № лекции | Тема лекции | Кол-во часов |
| 1 | Определение механики горных пород и грунтов, ее содержание и связь с другими науками. Краткий исторический обзор развития механики горных пород и грунтов. Задачи и методы. Роль отечественных и зарубежных ученых. Основные модели и схемы.. Горные породы как среда механических процессов. Основные закономерности геомеханики.  Основные теоретические положения расчета напряжений в массивах горных пород и грунтов. Понятие о напряжениях. Условия применимости теории упругости к расчету напряжений. Модель линейно-деформируемой среды. Плоская и объемная задачи распределения напряжений. Круг напряжений Мора. Расчет напряжений от действия вертикальной сосредоточенной силы (задача Буссинеска) и от действия нагрузки, распределенной про бесконечной прямой Расчет напряжений под различными типами фундаментов.  Определение напряжений под квадратным и прямоугольными фундаментами. Метод угловых точек. | 2 |
| 2 | Определение напряжений от собственного веса горных пород и грунтов. Влияние геологического строения и гидрогеологических условиях на распределение напряжений от собственного веса горных пород. Влияние заглубления сооружений на распределение напряжений в основании сооружений. Быстрая и медленная замена веса вынутой породы котлована весом сооружения. Использование основных положений распределения напряжений в инженерно-геологической практике и геотехнике.  Методы расчета конечной осадки при однородным и неоднородном основании Факторы влияющие на величину и характер протекания осадки сооружений. Особенности развития деформаций в горных породах и грунтах. Понятие об одно-, двух- и трехмерном сжатии горных пород. Использование теории нелинейно и линейно деформируемой среды при расчете осадок. | 2 |
| 3 | Методы расчета осадок сооружений. Метод послойного суммирования. Схемы расчета осадки линейно-деформируемого полупространства и линейно- деформируемого слоя конечной толщины. Условия применимости данных методов.  Расчет осадок сооружения в фазе сдвигов. Основные положения расчета осадок в фазе сдвигов. Решения нелинейной теории упругости, теории упруго -пластических деформаций и смешанной задачи - теории линейно-деформируемой среды и теории предельного равновесия.  Расчет осадок сооружений во времени. Теория фильтрационной консолидации. Учет начального градиента напора и ползучести скелета породы.  Основные положения расчета устойчивости оснований сооружений. Основные факторы, определяющие прочность и устойчивость оснований.  Уравнение предельного состояния песчаных и глинистых пород. Теория предельного равновесия. Расчет зон предельного равновесия в основании сооружений. Вывод зависимостей для определения величин совершенно безопасного и расчетного давлений. Критические давления.  Методы расчета устойчивости оснований сооружений. Приближенные методы расчета оснований: гипотеза плоской поверхности скольжения, гипотеза круглоцилиндрической поверхности скольжения. Расчет устойчивости оснований согласно СНиП 2.02.01 - 83. | 2 |
| 4 | Расчет устойчивости однородных и неоднородных склонов откосов. Оценка устойчивости откосов, сложенных: а) скальными и полускальными породами; б) несвязными породами. Приближенные и точные методы расчета устойчивости откосов.  Учет особенностей геологического строения на положение поверхности скольжения. Расчет устойчивости обводненных откосов. Схема расчета подтопленного откоса.  Расчет устойчивости подпорных стенок. Гравитационные (массивные) и тонкие подпорные стенки. Факторы, определяющие величину давления грунта на стенку. Активное и пассивное давление. Методы расчета подпорных стенок. Проверка устойчивости подпорной стенки на плоский сдвиг по грунту и на опрокидывание. Учет наличия за стенкой грунтов с различными физико-механическими свойствами, грунтовых вод и равномерно распределенной нагрузки, приложенной к поверхности засыпки. | 2 |
| Определение устойчивости горных пород в подземных выработках. Основные представления о деформируемости и устойчивости горных пород в подземных выработках. Оценка напряженного состояния горных пород около подземных выработок. Методы расчета горного давления в горизонтальных и вертикальных выработках. Принципы проектирования оснований подземных зданий и сооружений. |  |
| Итого лекций | | 8 |

**Содержание программы лабораторных занятий**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Тема лабораторных занятий | Кол-во часов |
| 1 | Расчет напряжений в массивах горных пород и грунтов в случае плоской и объемных задач  Графическое изображение напряжений в толще пород  Расчет напряжений от собственного веса пород с учетом влияния гидрогеологических условий. Построение эпюр распределения напряжений. | 2 |
| 2 | Оценка сжимаемости грунта в условиях компрессии и при возможности ограниченного бокового расширения  Расчеты конечных осадок сооружений при использовании моделей линейно, нелинейно-деформируемой среды. Расчеты осадок во времени | 2 |
| 3 | Расчеты устойчивости оснований сооружений  Расчеты устойчивости склонов и откосов | 2 |
| 4 | Расчеты устойчивости подпорных стенок  Оценка устойчивости горных пород в подземных выработках | 2 |
|  | Итого лабораторных занятий | 8 |

**Форма текущего контроля**

Вариант контрольных заданий совпадает с последней цифрой номера зачетной книжки студента. Темы рефератов выполняются по желанию.

**Контрольная работа № 1**

Состоит из пяти задач, четыре из которых посвящены определению величин напряжений в грунтовом массиве от различного вида нагрузок, в т.ч. от собственного веса грунта. В одной задаче рассматриваются методы расчета осадок фундаментов. Примеры расчета, задачи и исходные данные изложены в методических указаниях «Механика горных пород и грунтов»: / В.А. Бабелло.- метод. указ.- Чита: ЗабГУ, 2012.- 60 с.

Работа оформляется на листах А-4 согласно МИ 4.2-5/47-01-2013. Общие требования к построении и оформлению учебной текстовой документации.

**Контрольная работа № 2.**

Состоит из двух задач, посвященных расчетам устойчивости откоса и подпорной стенки. Примеры расчета, и исходные данные изложены в методических указаниях «Механика горных пород и грунтов»: / В.А. Бабелло.- метод. указ.- Чита: ЗабГУ, 2012.- 60 с. Номер варианта совпадает с последней цифрой номера зачетной книжки студента.

Работа оформляется на листах А-4 согласно МИ 4.2-5/47-01-2013. Общие требования к построении и оформлению учебной текстовой документации.

**Вопросы к зачёту по дисциплине «Механика горных пород»**

1. Что следует называть грунтом?
2. Как подразделяются по своему происхождению горные породы?
3. Чем могут служить грунты и горные породы?
4. Чем обусловлена сжимаемость грунтов?
5. Для чего служит одометр? Какие условия применительно к напряжениям и деформациям в нем накладываются на образец грунта?
6. Что называется коэффициентом Пуассона и в каких пределах он изменяется?
7. От чего зависит коэффициент бокового давления грунта и как он связан с коэффициентом Пуассона?
8. Для чего служит стабилометр и каким образом ведутся в нем испытания?
9. Какие характеристики механических свойств грунтов можно определить с помощью штамповых и прессиометрических испытаний?
10. Какие нпряжения называются главными нормальными напряжениями?
11. Что такое изолинии напряжений?
12. Что такое эллипс напряжений?
13. Сформулируйте условия реализации плоской и объемных задач распределения напряжений в массивах горных пород.
14. Изложите основные принципы расчета напряжений от собственного веса грунта в однородных, неоднородных и водонасыщенных грунтах.
15. Что называется задачей Буссинеска?
16. Для чего служит метод угловых точек в расчетах напряженного состояния грунтовых оснований?
17. Какие напряжения используют в расчетах осадок сооружений?
18. Сформулируйте условия применимости теории упругости к расчету напряжений в геомассивах.
19. Как используются основные положения теории распределения напряжений в инженерно-геологической практике и геотехнике?
20. Какой вид имеет кривая зависимости «осадка – нагрузка» для штампа и в каких координатах она реализуется?
21. Что называется дополнительным (осадочным) давлением и почему осадка сооружения рассчитывается не на полную величину давления от него?
22. Какие основные допущения заложены в расчет осадок способом послойного суммирования? От чего зависит величина коэффициента β?
23. В каких пределах ведется суммирование осадки при расчете способом послойного суммирования?
24. От каких факторов зависит положение нижней границы сжимаемости толщи в расчете осадок способом послойного суммирования?
25. Каким образом влияет расположенные рядом фундаменты друг на друга?
26. Когда рекомендуется применять способ расчета осадки сооружения с использованием расчетной схемы в виде линейно-деформируемого слоя конечной толщины?
27. В чем состоит идея метода эквивалентного слоя Н.А. Цытовича?
28. Почему грунты деформируются не сразу после приложения нагрузки?
29. Назовите предпосылки теории фильтрационной консолидации.
30. Какие напряжения вызывают сжатие грунта?
31. Что представляет собой степень консолидации?
32. Каким образом ползучесть грунта влияет на осадку глинистого грунта во времени?
33. Чем различаются первичная и вторичная консолидации?
34. Какой вид имеет закон Кулона для несвязного грунта?
35. От чего зависит угол внутреннего трения песка?
36. Что такое полное, эффективное давления?
37. Какая зависимость Кулона для неконсолидированного и консолидированного испытания?
38. Для чего служит диаграмма Мора?
39. Как записать условие прочности Мора и условие прочности Кулона?
40. Каково минимальное число опытов для определения угла внутреннего трения и сцепления?
41. Как проводятся опыты по определению параметров прочности грунтов и горных пород в срезном приборе и в стабилометре?
42. Назовите фазы деформирования грунтов и где находятся границы этих фаз на графике «осадка – нагрузка».
43. Какой вид имеет обобщенная формула Пузыревского - Герсеванова?
44. Каким образом происходит процесс развития областей пластических деформаций под фундаментом с ростом нагрузки?
45. Какой вид имеет схема расчета несущей способности грунтового основания по Прандтлю и СНиП?
46. Каким образом производится расчет устойчивости сооружения на сдвиг и опрокидывание?
47. Гипотезы плоской и кругло-цилиндрической поверхностей скольжения.
48. Назовите задачи решаемые с использованием теории предельного равновесия.
49. Как найти по теории предельного равновесия предельную высоту вертикального откоса?
50. С какой целью применяются подпорные сооружения?
51. Что называют активным и пассивным давлениями грунта на подпорную стенку и когда они проявляются?
52. Какие усилия действуют на подпорную стенку и как рассчитывается ее устойчивость?
53. В чем суть предложений Кулона по расчету давления грунта на подпорную стенку?
54. Как можно при одинаковом объеме материала подпорной стенки увеличить ее общую устойчивость на сдвиг и опрокидывание?
55. Зачем нужен дренаж за подпорной стенкой?
56. Назовите методики расчета подпорных стен.
57. Что называется склоном и откосом?
58. От каких факторов зависит устойчивость откосов?
59. Какой откос называется предельно устойчивым?
60. Каким образом производится расчет устойчивости откосов по методу кругло-цилиндрических поверхностей?
61. Каким образом отыскивается положение центра и радиуса дуги окружности по которой наиболее вероятно скольжение в откосе?
62. Как учитываются особенности геологического строения массива горных пород на положение поверхности скольжения?
63. Назовите особенности расчета устойчивости обводненных откосов.
64. Как производится оценка устойчивости горных пород в подземных выработках?
65. Назовите методы расчета горного давления.
66. Как производится оценка напряженного состояния массива горных пород около подземных выработок?

**Оформление письменной работы согласно МИ 01-02-2018** [Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации](http://zabgu.ru/files/html_document/pdf_files/fixed/Normativny%27e_dokumenty%27_i_obrazcy%27_zayavlenij/Obshhie_trebovaniya_k_postroeniyu_i_oformleniyu_uchebnoj_tekstovoj_dokumentacii.pdf)

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Основная литература

1. Абуханов А.З. Механика грунтов: Учебное пособие.- ростов н/Д: Феникс, 2006.- 352 с.
2. Заручевных И.Ю., Невзоров А.Л. Механика грунтов в схемах и таблицах: Учебное пособие.- М.: изд-во АСВ, 2011.- 136 с.
3. Дашко Р.Э. Механика горных пород: учебник для вузов.- М.: Недра, 1987.- 264 с.
4. Цытович Н.А. Механика грунтов.- М.: Высшая школа, 1983.- 288 с.

Дополнительная

1. Рыльникова М.В., Зотеев О.В. Геомеханика: Учебное пособие.- М.: издательский дом «Руда и Металлы», 2003.- 240 с.
2. Мангушев Р.А., Карлов В.Д., Саахаров И.И. Механика грунтов. Учебник.- М.: изд-во ассоциации строительных вузов, 2014.- 256 с.
3. Котов М.Ф. Механика грунтов в примерах.- М.: Высшая школа, 1968.- 271 с.

**Собственные учебные пособия**

1. Бабелло В.А. Механика горных пород и грунтов: / В.А. Бабелло.- метод. указ.- Чита: ЗабГУ, 2012.- 60 с.
2. Бабелло В.А. Механика грунтов. Методические указания к курсу лекций для студентов специальности «Поиски и разведка подезмных вод и инженерно-геологические изыскания».- Чита: ЧитГУ, 1997.- 18 с.
3. Бабелло В.А. Основы инженерной геологии. Ч.3. Механика грунтов. Методические указания к проведению лабораторных работ для студентов специальности «Поиски и разведка подезмных вод и инженерно-геологические изыскания».- Чита: ЧитГУ, 1997.- 22 с.
4. Бабелло В.А. Механика грунтов. Программа, контрольные задания и методические указания для студентов очного и заочного обучения.- Чита: ЧитПИ, 1989.- 51 с.

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. [**http://www.norm-load.ru**](http://www.norm-load.ru)**. (**База данных нормативных документов для строительства бесплатная).
2. [www.ecostandardgroup.ru](http://www.ecostandardgroup.ru) . Инженерные изыскания.
3. Университетская библиотека онлайн [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
4. Лань-Трейд <http://e.lanbook.com/>
5. Троицкий мост [www.trmost.ru](http://www.trmost.ru)
6. IPRbooks [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)
7. ЭБД РГБ «Диссертации» <http://diss.rsl.ru/>
8. Научная электронная библиотека eLibrary <http://elibrary.ru/>
9. Консультант Плюс

Ведущий преподаватель: профессор, д.т.н. В.А. Бабелло.

Заведующий каф. ПГ и ТГР: доцент, канд. геол.- мин. наук А. Г. Верхотуров