

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 02.07.2024 11:36:33  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8038549a2358d7406d1

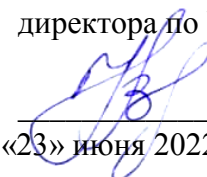
**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт геологии и нефтегазодобычи  
Кафедра криологии Земли

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель  
директора по УМР

  
Н.В. Зонова  
«23» июня 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Механика мерзлых грунтов

направление подготовки: 05.04.01 - Геология

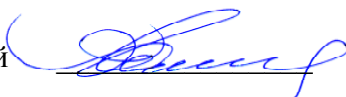
направленность (профиль): Ресурсы Арктики и Субарктики

форма обучения: очная

Рабочая программа разработана для обучающихся по направлению подготовки 05.04.01 Геология, направленность (профиль) Ресурсы Арктики и Субарктики.

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры криологии Земли

Заведующий выпускающей кафедрой



В.П. Мельников

Рабочую программу разработал:

В.С. Колунин, профессор, д. физ.-мат. н.



## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины — ознакомление студентов с механикой горных пород и грунтов; теоретическим базисом и проектированием оснований зданий и сооружений, увязка теоретических и прикладных задач механики горных пород и грунтов с задачами инженерно-геологических исследований для различных видов строительства.

Задачи изучения дисциплины:

- увязка теоретических и прикладных задач механики горных пород и грунтов с задачами инженерно-геологических исследований для различных видов строительства;
- освоение основных принципов и методики инженерно-геологических исследований.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Механика мерзлых грунтов» относится к блоку 1 вариативной части и является дисциплиной по выбору 3 учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

- знание стыковых и прикладных разделов специальных дисциплин магистерской программы;
- умение применять на практике знания прикладных разделов специальных дисциплин магистерской программы;
- владение методами применения на практике знаний прикладных разделов специальных дисциплин магистерской программы.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)  | Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)   |
|--|---|---|
| ПКС-4 Способность самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта. | ПКС-4.4 Методы выполнения экспериментальных и теоретических исследований в области геотехнического строительства. | Знать(З): основные законы и принципиальные положения механики мерзлых грунтов; свойства грунтов и их характеристики; основные принципы формирования льдов с различной структурой и механическими свойствами; основные факторы, определяющие тепловые поля в вечномерзлых грунтах. |
|  |   | Уметь(У): оценивать строительные свойства грунтов; осуществлять подбор теплофизических характеристик вечномерзлых грунтов в зависимости от состава, плотности и влажности; определять теплофизические показатели льдов, включая искусственный лёд и сне.                          |
|  |   | Владеть(В): навыками экспериментальной оценки физико-механических свойств грунтов и льда.   |

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

| Форма обучения | Курс/семестр | Аудиторные занятия/контактная работа, час. |                      |                      | Самостоятельная работа, час. | Контроль, час | Форма промежуточной аттестации |
|----------------|--------------|--|----------------------|----------------------|------------------------------|---------------|--------------------------------|
|                |              | Лекции                                     | Практические занятия | Лабораторные занятия |                              |               |                                |
| очная          | 2/3          | 12   | 24                   | -                    | 72                           | -             | зачет                          |

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины.

##### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

| № п/п | Структура дисциплины |   | Аудиторные занятия, час. |     |      | СРС, час. | Всего, час. | Код ИДК | Оценочные средства                 |
|-------|----------------------|---|--------------------------|-----|------|-----------|-------------|---------|------------------------------------|
|       | Номер раздела        | Наименование раздела                      | Л.                       | Пр. | Лаб. |           |             |         |                                    |
| 1     | 1                    | Объект изучения механики горных пород.    | 2                        | 4   |      | 12        | 18          | ПКС-4.4 | Устный опрос                       |
| 2     | 2                    | Напряженное состояние грунтового массива. | 2                        | 4   |      | 12        | 18          | ПКС-4.4 | Домашнее задание                   |
| 3     | 3                    | Теория прочности грунтов                  | 2                        | 4   |      | 12        | 18          | ПКС-4.4 | Устный опрос                       |
| 4     | 4                    | Теория уплотнения грунтов                 | 2                        | 4   |      | 12        | 18          | ПКС-4.4 | Домашнее задание                   |
| 5     | 5                    | Устойчивость оснований и откосов          | 2                        | 4   |      | 12        | 18          | ПКС-4.4 | Устный опрос                       |
| 6     | 6                    | Давление горных пород на ограждения       | 2                        | 4   |      | 12        | 18          | ПКС-4.4 | Тестовые задания, домашнее задание |
|       |                      | Зачет                                     | -                        | -   | -    | 72        | 36          | ПКС-4.4 | Устный опрос                       |
|       |                      | Итого:                                    | 12                       | 24  |      | 72        | 108         |         |                                    |

##### 5.2. Содержание дисциплины.

##### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины.

Раздел 1. «Объект изучения механики горных пород». Объект изучения механики горных пород. Содержание механики горных пород и ее связь со смежными дисциплинами. Краткая история развития и роль отечественных ученых. Задачи механики горных пород. Основные понятия механики (деформация, силы, напряжения). Механические схемы и расчетные модели грунтов. Элементы теории поля. Применение в механике грунтов общей теории механики.

Раздел 2. «Напряженное состояние грунтового массива». Напряженное состояние грунтового массива. Нормативные и расчетные нагрузки. Основания сооружений. Распределение напряжений в изотропнообразных грунтах (задачи Буссинеска). Определение напряжений под действием суммы сосредоточенных нагрузок, под действием горизонтальных сил. Действие нагрузки, равномерно распределенной по прямой. Способ элементарного суммирования. Распределение напряжений в случае плоской задачи. Метод угловых точек. Равномерная нагрузка по гибкой полосе. Распределение напряжений под жестким

фундаментом. Действие нагрузки по закону треугольника, трапеции. Влияние нагрузки на распределение напряжений в горных породах. Распределение напряжений от собственного веса грунта. Элементарные методы изучения напряжений в грунтах. «Луковица» напряжений. Изобары. Распоры. Сдвиги.

Раздел 3. «Теория прочности грунтов». Теория прочности грунтов. Гипотезы прочности грунтов, основанные на наибольших нормальных, касательных напряжениях, на небольших деформациях. Теория О. Мора. Основные допущения. Прочность упругая, пластичная и полная. Угол отклонения. Условия предельного равновесия. Соотношение между главными напряжениями в грунтах. Фазы деформаций грунта под фундаментом. Критическая и нормативные нагрузки. Формула СНиП 2.02.01-83. Ползучесть грунтов. Соппротивление грунтов сдвигу. Роль порового давления. Прочность грунтов на сжатие, на разрыв, на срез, на вдавливание.

Раздел 4. «Теория уплотнения грунтов». Теория уплотнения грунтов. Процесс сжатия. Первичная и вторичная консолидация. Осадки и просадки. Одномерная компрессия. Деформация сооружений и их оснований. Понятие об активной сжимаемой зоне грунта. Закон уплотнения грунтов. Коэффициент бокового давления и расширения. Модуль общей деформации. Методы осадки от площади фундамента. Влияние глубины заложения фундамента на осадку. Учет влияния соседних фундаментов. Прогноз осадок во времени. Фильтрационная теория уплотнения. Приближенные методы расчета осадок во времени. Теория пластичности и ползучести грунтов. Физические основы теории пластичности. Ползучесть грунтов. Релаксация напряжений. Критерии текучести. Кривая ползучести. Длительная и мгновенная прочность. Плоское напряженное состояние. Деформации ползучести грунтов и методы их описания. Параметры ползучести. Установившаяся ползучесть при сдвиге. Учет ползучести грунтов при прогнозе устойчивости и деформируемости оснований.

Раздел 5. «Устойчивость оснований и откосов». Устойчивость оснований и откосов. Предельные напряжения в горных породах. Переход грунта в пластичное состояние. Расчеты устойчивости основания по методам В.В. Соколовского и В.Г. Березанцева. Устойчивость откосов. Основные понятия. Показатель устойчивости. Условия устойчивости склонов и откосов. Поверхность и зона скольжения. Методы оценки устойчивости откосов. Расчеты устойчивости изотропных откосов. Метод круглоцилиндрической поверхности скольжения. Метод многоугольника сил. Алгебраическое сложение сил по криволинейной поверхности. Комбинированные методы. Схемы ВНИМИ. Приближенные методы оценки устойчивости обводненных откосов. Экспериментальная проверка методов расчета устойчивости откосов.

Раздел 6. «Давление горных пород на ограждения». Давление горных пород на ограждения. Давление грунтов на подпорную стенку. Приближенный метод Кулона, В.В. Соколовского. Численные методы механики грунтов. Механика грунтов в инженерно-геологических приложениях.

## 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

| № п/п  | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема лекции                               |
|--------|--------------------------|-------------|---|
|        |                          | ОФО         |   |
| 1      | 1                        | 2           | Объект изучения механики горных пород     |
| 2      | 2                        | 2           | Напряженное состояние грунтового массива. |
| 3      | 3                        | 2           | Теория прочности грунтов                  |
| 4      | 4                        | 2           | Теория уплотнения грунтов                 |
| 5      | 5                        | 2           | Устойчивость оснований и откосов          |
| 6      | 6                        | 2           | Давление горных пород на ограждения       |
| Итого: |                          | 12          |   |

## Практические занятия

Таблица 5.2.2

| № п/п  | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема практического занятия   |
|--------|--------------------------|-------------|--|
|        |                          | ОФО         |  |
| 1      | 1                        | 4           | Составление сметы работ по определению физико-механических свойств грунтов   |
| 2      | 2                        | 4           | Определение нормативных и расчетных характеристик грунтов  |
| 3      | 3                        | 4           | Расчеты напряжений от сосредоточенной силы, от равномерно распределенной нагрузки и от собственного веса грунта и построение эпюр напряжений |
| 4      | 4                        | 4           | Расчеты конечной осадки сооружений различными методами (последовательного элементарного суммирования)  |
| 5      | 5                        | 4           | Определение мощности сжимаемой зоны в основании зданий и сооружений  |
| 6      | 6                        | 4           | Определение несущей способности свай   |
| Итого: |                          | 24          |  |

## Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

## Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

| № п/п  | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема   | Вид СРС |
|--------|--------------------------|-------------|--|---------|
|        |                          | ОФО         |  |         |
| 1      | 1                        | 18          | Использование решения В. Березанцева для интерпретации результатов пенетрационных испытаний грунтов в лабораторных условиях... | ДЗ      |
| 2      | 2                        | 18          | Сравнительный анализ методов оценки устойчивости склонов и откосов   | Т       |
| 3      | 3                        | 18          | Метод определения давления грунта на подпорную стенку  | Т       |
| 4      | 4                        | 18          | Прогноз осадок во времени  | Т       |
| Итого: |                          | 72          |  |         |

\*ДЗ-домашнее задание, Т-тест.

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- работа в малых группах (практические занятия);
- тестирование (практические занятия).

**6. Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.**

**7. Контрольные работы учебным планом не предусмотрены**

**8. Оценка результатов освоения дисциплины**

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

| № п/п                       | Виды мероприятий в рамках текущего контроля | Количество баллов |
|-----------------------------|---|-------------------|
| <b>1 текущая аттестация</b> |   |                   |
| 1                           | Домашние задания                            | 10                |
| 2                           | Практические занятия                        | 20                |
|                             | <b>ИТОГО за первую текущую аттестацию</b>   | <b>30</b>         |
| <b>2 текущая аттестация</b> |   |                   |
| 1                           | Тестирование                                | 10                |
| 2                           | Практические занятия                        | 20                |
|                             | <b>ИТОГО за вторую текущую аттестацию</b>   | <b>30</b>         |
| <b>3 текущая аттестация</b> |   |                   |
| 1                           | Практические занятия                        | 20                |
| 2                           | Работа на лекциях                           | 13                |
| 3                           | Домашние задания                            | 7                 |
|                             | <b>ИТОГО за третью текущую аттестацию</b>   | <b>40</b>         |
|                             | <b>ВСЕГО</b>                                | <b>100</b>        |

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. Windows 8.

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

### Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

| № п/п | Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы | Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий | Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор) |
|-------|--|---|--|
| 1     | 2  | 3   | 4  |
| 1     | Механика мерзлых грунтов   | Лекционные занятия:   |  |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  | <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебно-научная лаборатория геокрилогического прогноза.<br/>Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная.<br/>Компьютер в комплекте – 15 шт.</p>   | <p>625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Володарского д.56, ауд. 436</p> |
|  |  | <p>Практические занятия:<br/>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебно-научная лаборатория геокрилогического прогноза.<br/>Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная.<br/>Компьютер в комплекте – 15 шт.</p> | <p>625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Володарского д.56, ауд. 436</p> |

## 11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям. Практические занятия организуются с использованием интерактивных методов обучения. В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы. Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает рекомендации, необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны выполнить задания по лабораторным работам. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).



## Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина Механика мерзлых грунтов

Код, направление подготовки 05.04.01 - Геология

Направленность (профиль) Ресурсы Арктики и Субарктики

| Код компетенции | Код, наименование ИДК  | Код и наименование результата обучения по дисциплине  | Критерии оценивания результатов обучения  |   |   |   |
|-----------------|--|---|---|---|---|---|
|                 |  |   | 1-2   | 3   | 4   | 5   |
| ПКС-4           | ПКС 4.4 Методы выполнения экспериментальных и теоретических исследований в области геотехнического строительства | Знать(З): основные законы и принципиальные положения механики мерзлых грунтов; свойства грунтов и их характеристики; основные принципы формирования льдов с различной структурой и механическими свойствами; основные факторы, определяющие тепловые поля в вечномерзлых грунтах. | Не знает основные законы и принципиальные положения механики мерзлых грунтов; свойства грунтов и их характеристики; основные принципы формирования льдов с различной структурой и механическими свойствами; основные факторы, определяющие тепловые поля в вечномерзлых грунтах | Демонстрирует отдельные знания основные законы и принципиальные положения механики мерзлых грунтов; свойства грунтов и их характеристики; основные принципы формирования льдов с различной структурой и механическими свойствами; основные факторы, определяющие тепловые поля в вечномерзлых грунтах | Демонстрирует достаточные знания основные законы и принципиальные положения механики мерзлых грунтов; свойства грунтов и их характеристики; основные принципы формирования льдов с различной структурой и механическими свойствами; основные факторы, определяющие тепловые поля в вечномерзлых грунтах | Демонстрирует исчерпывающие знания основные законы и принципиальные положения механики мерзлых грунтов; свойства грунтов и их характеристики; основные принципы формирования льдов с различной структурой и механическими свойствами; основные факторы, определяющие тепловые поля в вечномерзлых грунтах |

| Код компетенции | Код, наименование ИДК | Код и наименование результата обучения по дисциплине   | Критерии оценивания результатов обучения   |   |  |  |
|-----------------|-----------------------|--|--|---|--|--|
|                 |                       |  | 1-2  | 3   | 4  | 5  |
|                 |                       | Уметь(У): оценивать строительные свойства грунтов; осуществлять подбор теплофизических характеристик вечномерзлых грунтов в зависимости от состава, плотности и влажности; определять теплофизические показатели льдов, включая искусственный лёд и сне. | Не умеет оценивать строительные свойства грунтов; осуществлять подбор теплофизических характеристик вечномерзлых грунтов в зависимости от состава, плотности и влажности; определять теплофизические показатели льдов, включая искусственный лёд и сне | Умеет оценивать строительные свойства грунтов; осуществлять подбор теплофизических характеристик вечномерзлых грунтов в зависимости от состава, плотности и влажности; определять теплофизические показатели льдов, включая искусственный лёд и сне | Достаточно умеет оценивать строительные свойства грунтов; осуществлять подбор теплофизических характеристик вечномерзлых грунтов в зависимости от состава, плотности и влажности; определять теплофизические показатели льдов, включая искусственный лёд и сне | В совершенстве умеет оценивать строительные свойства грунтов; осуществлять подбор теплофизических характеристик вечномерзлых грунтов в зависимости от состава, плотности и влажности; определять теплофизические показатели льдов, включая искусственный лёд и сне |
|                 |                       | Владеть(В): навыками экспериментальной оценки физико-механических свойств грунтов и льда.  | Не владеет навыками экспериментальной оценки физико-механических свойств грунтов и льда  | Владеет навыками экспериментальной оценки физико-механических свойств грунтов и льда  | Уверенно владеет навыками экспериментальной оценки физико-механических свойств грунтов и льда  | В совершенстве владеет навыками экспериментальной оценки физико-механических свойств грунтов и льда  |

## КАРТА

### обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина Механика мерзлых грунтов

Код, направление подготовки 05.04.01 Геология

Направленность(профиль) Ресурсы Арктики и Субарктики

| № п/п | Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания   | Количество экземпляров в БИК | Контингент обучающихся, использующих указанную литературу | Обеспеченность обучающихся литературой, % | Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-) |
|-------|--|------------------------------|---|---|---|
| 1     | <b>Цытович, Николай Александрович.</b><br>Механика мерзлых грунтов. Общая и прикладная : учебное пособие для инженерно-строительных вузов / Н. А. Цытович. - 2-е изд. - М. : ЛИБРОКОМ, 2010. - 446 с.  | 10                           | 10  | 100                                       | -   |
| 2     | <b>Механика мерзлых грунтов и принципы строительства нефтегазовых объектов в условиях Севера : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 150300 - Прикладная механика / Н. Н. Карнаухов [и др.]. - М. : Центр-ЛитНефтеГаз, 2008. - 430 с.</b> | 165                          | 10  | 100                                       | -   |

ЭР – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>