

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Геологический факультет

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан Геологического факультета  
академик

\_\_\_\_\_ /Д.Ю.Пушаровский/

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Механика мерзлых грунтов**

Автор-составитель: Волохов С.С.

**Уровень высшего образования:**  
*Магистратура*

**Направление подготовки: 05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Гидрогеология, инженерная геология, геокриология**

Магистерская программа

**«Геокриология»**

Форма обучения:

***Очная***

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методическим Советом Геологического факультета  
(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва 20\_\_

---

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программа магистратуры, реализуемая последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2019.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

### **Цель и задачи дисциплины**

**Целью** курса «Механика мерзлых грунтов» является приобретение студентами знаний о формировании напряженно-деформированного состояния грунтов в процессе промерзания и оттаивания, освоение реологических основ механики мерзлых грунтов, овладение методами определения длительной деформации и прочности, изучение закономерностей влияния физических свойств и температурного режима на механические характеристики мерзлых и оттаивающих грунтов, получение профессиональных навыков лабораторных и полевых методов испытаний.

**Задачи** – формирование представлений о закономерностях зависимости прочности и деформации мерзлых и оттаивающих грунтов от геологических видов грунтов, условий промерзания, физических свойств, температуры, вида напряженного состояния, овладение методами прогноза длительной деформации и прочности мерзлых грунтов на основе математических моделей, технических теорий, феноменологических уравнений, овладение навыками характерных для практики видов лабораторных испытаний мерзлых и оттаивающих грунтов, определения деформационных и прочностных характеристик с учетом статистической обработки опытных данных.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – вариативная часть, профессиональный цикл, обязательная дисциплина, курс – I, семестр – 2.

**2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

Дисциплина необходима для научно-исследовательской работы и выполнения выпускной квалификационной работы.

**3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

**Общепрофессиональные компетенции ОС МГУ «Геология».**

ОПК-2.М Способность самостоятельно формулировать цели работы, устанавливать последовательность решения профессиональных задач (формируется частично).

ОПК-3.М Способность в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию (формируется частично).

ОПК-4.М Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки (формируется частично).

ОПК-6.М Способность представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности (формируется частично).

**Профессиональные компетенции ОС МГУ «Геология».**

Научно-исследовательская деятельность (формируется частично).

ПК-3М Способность самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (формируется частично).

ПК-4.М Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии

Научно-производственная деятельность (формируется частично).

ПК-7.М Способность использовать специализированные профессиональные теоретические знания и практические навыки для проведения прикладных исследований (формируется частично).

ПК-8.М Способность к профессиональной эксплуатации современного полевого/лабораторного оборудования в соответствии с профилем подготовки (формируется частично).

ПК-10.М Готовность использовать в практической деятельности знания правовых основ недропользования, экономики, организации геологических работ, с учетом принципов рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды.

Организационно-управленческая деятельность (формируется частично).

ПК-14.М Владеет практическими навыками участия в организации и управления научно-исследовательскими/научно-производственными работами по профилю подготовки.

Научно-педагогическая деятельность (формируется частично).

### **Специализированные профессиональные компетенции, формируемые магистерской программой «Геокриология».**

СПК-1.М Способность использовать современные научные представления о закономерностях формирования и развития мерзлых толщ и криогенных геологических процессов; способность применять современные методики комплексного изучения криосферы Земли и других планет для решения научных и прикладных задач геокриологии (формируется частично).

### **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).**

**Знать:** условия формирования сезонно- и многолетнемерзлых и оттаивающих пород, их классификацию в соответствии с ГОСТ, состав, строение и основные физические свойства мерзлых пород, основные криогенные структуры и текстуры, условия формирования напряженно-деформированного состояния грунтов при промерзании и оттаивании, владеть основами проявления реологических свойств, теориями и методами прогноза длительной ползучести и прочности.

**Уметь:** прогнозировать деформацию и несущую способность мерзлых, оттаивающих и оттаявших грунтов как оснований зданий и сооружений в криолитозоне., ставить основные задачи изысканий и исследований, проводить обработку полевого и лабораторного материала, пользоваться методами и программами для определения расчетных и нормативных характеристик, составлять рекомендации по использованию грунтов в качестве оснований.

**Владеть:** основными методами лабораторного исследования состава, строения, физико-механических свойств мерзлых и оттаивающих пород, методами изучения факторов, влияющих на геокриологические процессы, обуславливающих устойчивость оснований сооружений в криолитозоне.

**4. Формат обучения:** лекционные, семинарские и лабораторные занятия.

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет **5** з.е., в том числе **52** академических часа, отведенные на контактную работу обучающихся с преподавателем (**13** часов – занятия лекционного типа, **23** часа – занятия семинарского типа, **16** часов – лабораторные занятия). **128** академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен

**6. Содержание дисциплины (модуля),** структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

### **Краткое содержание дисциплины (аннотация).**

Освоение дисциплины «Механика мерзлых грунтов» направлено на приобретение знаний об основных закономерностях формирования прочностных и деформационных свойств промерзающих, мерзлых и оттаивающих грунтов в зависимости от их физических свойств и температуры. Основное внимание обращается на овладение методами прогноза длительной прочности и деформации мерзлых грунтов с учетом их реологических свойств на основе теорий упруго-вязкого деформирования и технических теорий ползучести. Приобретаются навыки экспериментального определения деформационных и прочностных характеристик мерзлых и оттаивающих грунтов и их интерпретации при практическом использовании в условиях освоения криолитозоны.

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),<br>Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | Контактная работа<br>(работа во взаимодействии с преподавателем)<br>Виды контактной работы, часы |                           |                      |                     |       | Самостоятельная работа обучающегося, часы                                  |
|--|--------------|--|---------------------------|----------------------|---------------------|-------|--|
|  |              | Занятия лекционного типа   | Занятия семинарского типа | Практические занятия | Лабораторные работы | Всего |  |
| Введение   |              | 1  |                           | -                    | -                   | 1     | Подготовка к устному опросу на семинарах, 2 часа                           |
| Раздел 1. Физико-химические основы механики мерзлых грунтов  |              | 2  | 4                         | -                    | -                   | 6     | Подготовка к устному опросу на семинарах, 8 часов                          |
| Раздел 2. Основные закономерности формирования напряженно-деформированного состояния при промерзании грунтов                   |              | 2  | 4                         | -                    | -                   | 6     | Подготовка к устному опросу на семинарах, 12 часов                         |
| Раздел. 3. Прочность и деформации мерзлых грунтов при внешних воздействиях   |              | 4  | 6                         | -                    | -                   | 10    | Подготовка к устному опросу на семинарах, 14 часов                         |
| Раздел 4. Основные закономерности механики оттаивающих грунтов   |              | 2  | 4                         | -                    | -                   | 6     | Подготовка к устному опросу на семинарах, 14 часов                         |
| Раздел 5. Практические приложения механики мерзлых грунтов. Полевые и лабораторные методы испытаний. Расчетные характеристики  |              | 2  | 5                         | -                    | -                   | 7     | Подготовка к устному опросу на семинарах, 10 часов                         |
| Раздел 6. Определение эквивалентного сцепления вдавливанием шарикового штампа  |              | -  | -                         | -                    | 2                   | 2     | Обработка опытных данных, оформление и сдача лабораторной задачи, 10 часов |
| Раздел 7. Испытание мерзлых грунтов в условиях одноосного сжатия. Расчет параметров уравнений длительной прочности             |              | -  | -                         | -                    | 4                   | 4     | Обработка опытных данных, оформление и сдача лабораторной задачи, 12 часов |
| Раздел 8. Определение сопротивления сдвигу по  |              | -  | -                         | -                    | 2                   | 2     | Обработка опытных данных,  |

|  |            |   |   |   |           |   |  |
|--|------------|---|---|---|-----------|---|--|
| поверхности смерзания  |            |   |   |   |           |   | оформление и сдача лабораторной задачи, 10 часов                           |
| Раздел 9. Определение деформаций и прочности грунтов в процессе оттаивания             |            | - | - | - | 4         | 4 | Обработка опытных данных, оформление и сдача лабораторной задачи, 10 часов |
| Раздел 10. Определение деформаций и сил пучения в условиях открытой и закрытой системы |            | - | - | - | 4         | 4 | Обработка опытных данных, оформление и сдача лабораторной задачи, 10 часов |
| Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>  |            |   |   |   |           |   | 16 часов   |
| <b>ИТОГО:</b>  | <b>180</b> |   |   |   | <b>52</b> |   | <b>128</b>   |

## **Содержание разделов дисциплины:**

### **Введение**

Формулируется цель курса, которой является изучение и прогнозирование поведения мерзлых и оттаивающих пород при внешних воздействиях и криогенных процессах.

Основными задачами курса является:

- раскрытие закономерностей развития напряжений и деформаций в мерзлых и оттаивающих породах при природных и техногенных воздействиях ;

- прогноз длительной деформации и прочности мерзлых и оттаивающих пород.

Рассматриваются: история формирования механики мерзлых грунтов как науки, роль отечественных и зарубежных ученых, значение предмета для теории и практики, связь с другими дисциплинами, положительные и негативные примеры использования мерзлых грунтов как оснований сооружений, общие и частные классификации мерзлых грунтов.

### **1. Физико-химические основы механики мерзлых грунтов.**

Состав и строение мерзлых грунтов. Влияние компонентов мерзлых грунтов на их механические свойства. (минеральных частиц различного состава, биогенных включений, льда, незамерзшей воды, солей, газов). Процесс замерзания поровой влаги. Влияние химического состава и концентрации солей на температуру начала замерзания. Содержание незамерзшей воды в зависимости от вида грунтов, засоленности и температуры. Уравнения для расчета содержания незамерзшей воды. Динамическое равновесие фазового состава поровой влаги. Характеристики основных физических свойств мерзлых грунтов. Обобщенные параметры физических характеристик мерзлых грунтов.

### **2. Основные закономерности формирования напряженно-деформированного состояния грунтов при промерзании.**

Основные процессы, обуславливающие формирование напряженно-деформированного состояния грунтов при промерзании (фазовые превращения поровой воды в лед, криогенная миграция воды к фронту промерзания, температурные деформации). Количественная оценка миграции при промерзании грунтов. Открытая и закрытая система промерзания. Состояние мигрирующей влаги. Движущие силы миграции. Прогноз деформаций пучения. Зависимость интенсивности пучения от физических свойств (плотности, влажности, минерального состава) промерзающих грунтов, внешнего давления, скорости промерзания. Основные характеристики величины деформаций пучения: интенсивность и модуль пучения. Силы морозного пучения: касательные, нормальные. Их прогноз. Лабораторные и полевые методы определения деформаций и сил пучения. Температурные деформации и напряжения в промерзающих грунтах. Понятие о коэффициенте стабилизированной температурной деформации. Опытные определения температурных напряжений и деформаций. Температурное растрескивание. Модели температурного растрескивания. Уравнения, определяющие основные параметры криогенного растрескивания.

### **3. Прочность и деформации мерзлых грунтов при внешних воздействиях.**

Силы взаимодействия между компонентами мерзлых грунтов. Механизмы реологических процессов. Ползучесть мерзлых грунтов. Скорость ползучести. Кривые и стадии ползучести Реологические кривые. Понятие о длительной прочности мерзлых грунтов. Последствие и релаксация напряжений. Влияние состава и физических свойств мерзлых грунтов на условно-мгновенную и длительную ползучесть и прочность (гранулометрического и минерального состава, плотности, влажности-льдистости, засоленности, заторфованности). Влияние температуры на ползучесть и прочность мерзлых грунтов. Ползучесть и прочность в условиях различных видов напряженного состояния (одноосного и трехосного сжатия, компрессии, сдвига по поверхностям смерзания, среза, вдавливания шарикового штампа). Влияние вида нагружения на ползучесть и прочность мерзлых грунтов (однократное; ступенчатое; монотонно-возрастающее; обеспечивающее постоянную скорость деформации; динамическое). Прогноз длительной деформации

мерзлых грунтов на основе теорий ползучести. Теория упруго вязкого деформирования. Модели мерзлых грунтов. Теория наследственной ползучести. Технические теории ползучести. Феноменологические уравнения. Прогноз длительной прочности мерзлых грунтов. Критерии длительного разрушения. Уравнения длительной прочности. Кинетика разрушения мерзлых грунтов. Развитие физических представлений о деформировании и разрушении твердых тел и их трансформация для условий мерзлых грунтов. Деформирование и разрушение мерзлых грунтов как термоактивированный процесс.

#### **4. Основные закономерности механики оттаивающих грунтов.**

Осадки мерзлых грунтов при оттаивании. Влияние цикла промерзания-оттаивания на деформацию мерзлых грунтов. Зависимость деформаций при оттаивании от физических свойств грунтов. Расчетные формулы осадок оттаивающих грунтов. Деформационные характеристики оттаивающих грунтов. Методы определения коэффициентов оттаивания и сжимаемости. Прогноз протекания осадок оттаивающих грунтов во времени. на основе фильтрационной теории консолидации. Осадки оснований при предварительном оттаивании. Формирование прочностных свойств грунтов в процессе оттаивания и уплотнения

#### **5. Практические приложения механики мерзлых грунтов. Полевые и лабораторные методы испытаний. Расчетные характеристики.**

Характеристика методов испытаний мерзлых грунтов. Понятие о непосредственных, косвенных и неразрушающих методах. Лабораторные и полевые методы определения механических свойств мерзлых грунтов. Основные схемы испытаний мерзлых грунтов в лабораторных и полевых условиях. Влияние масштабного фактора при определении механических характеристик мерзлых грунтов. Статистическая обработка опытных данных. Нормативные и расчетные характеристики. Формирование напряженно-деформированного состояния в массиве мерзлых грунтов. Предельные напряженные состояния. Основные предпосылки геотехнических расчетов.

#### **Содержание лабораторных занятий**

##### **1. Определение эквивалентного сцепления вдавливанием шарикового штампа.**

Методики приготовления образцов и проведения испытаний. Опытное определение условно-мгновенного, длительного и предельно-длительного эквивалентного сцепления. Статистическая обработка полученных результатов.

##### **2. Испытание мерзлых грунтов в условиях одноосного сжатия.**

Комплекс характеристик, получаемых по данным испытаний. Методика выполнения опытов и обработки опытных данных. Проведение экспериментов. Анализ полученных результатов.

##### **3. Определение сопротивления сдвигу по поверхностям смерзания.**

Методика определения сопротивления сдвигу мерзлого грунта по поверхностям смерзания прибором ПРС. Проведение испытаний. Расчет параметров уравнений длительной прочности.

##### **4. Определение деформации и прочности мерзлых грунтов в процессе оттаивания.**

Методика определения деформации оттаивающих грунтов в одометрах и прочности методом одноплоскостного среза. Проведение испытаний. Определение деформационных характеристик оттаивающих грунтов. Установление минимальной прочности на границе оттаивания с учетом порового давления влаги.

##### **5. Определение деформаций и сил пучения в условиях открытой и закрытой системы.**

Определение деформаций и сил пучения в процессе промерзания глинистых грунтов с различной начальной влажностью при подтоке и без подтока влаги к фронту промерзания. Анализ полученных результатов.



## **Содержание семинарских занятий**

Обсуждение тем лекционных занятий, опрос студентов, доклады по отдельным темам, связанным с лекционным материалом.

## **Рекомендуемые образовательные технологии**

При реализации программы дисциплины «Механика мерзлых грунтов» используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия (52 часа) проводятся в виде:

- лекций с использованием ПК и компьютерного проектора;
- лабораторных занятий в учебных лабораториях, холодильных камерах, оснащенных специальными программами, измерительными приборами и вспомогательным оборудованием.

Самостоятельная работа студентов (128 часов) подразумевает работу над рефератом под руководством преподавателя, работу студента в компьютерном классе или библиотеке Геологического факультета МГУ, обработку опытных данных, полученных на лабораторных занятиях, выполнение расчетно-графических работ.

Самостоятельная работа студентов (128 часов) подразумевает работу над рефератом под руководством преподавателя, работу студента в компьютерном классе или библиотеке Геологического факультета МГУ, обработку опытных данных, полученных на лабораторных занятиях, выполнение расчетно-графических работ.

## **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

### **7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.**

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при опросе студентов по тем лекционных занятий на семинарах и сдаче каждым студентом выполненных лабораторных задач.

#### **Перечень вопросов для текущего контроля успеваемости.**

1. Предмет механики мерзлых грунтов. Периоды становления и развития.
2. Классификация мерзлых грунтов.
3. Теоретические и практические проблемы механики мерзлых грунтов.
4. Состав и строение мерзлых грунтов.
5. Температура начала замерзания грунтовой влаги.
6. Влияние засоленности и заторфованности на температуру замерзания поровой влаги.
7. Основные закономерности формирования фазового состава влаги в мерзлых грунтах.
8. Характеристики основных физических свойств мерзлых грунтов. Их обобщающие параметры.
9. Факторы, влияющие на напряженно-деформированное состояние промерзающих грунтов.
10. Основные закономерности миграции влаги при промерзании.
11. Состояние мигрирующей влаги. Движущие силы миграции.
12. Прогноз деформаций пучения по Г.М. Фельдману и Н.В. Орнатскому.
13. Влияние физических свойств грунтов на деформации пучения.
14. Интенсивность и модуль пучения.
15. Влияние на деформации пучения условий промерзания (открытая и закрытая система).
16. Нормальные и касательные силы морозного пучения. Методы их оценки.
17. Температурные деформации и напряжения пучения.
18. Напряжения при температурном растрескивании.
19. Проявление реологических процессов в мерзлых грунтах.
20. Силы взаимодействия между компонентами мерзлых грунтов.
21. Механизмы реологических процессов.
22. Кривые ползучести и реологические кривые.
23. Понятие о затухающей и незатухающей ползучести. Стадии незатухающей ползучести.
23. Взаимосвязь между ползучестью и длительной прочностью мерзлых грунтов.
24. Условно-мгновенная, длительная и предельно-длительная прочность.
25. Последствие и релаксация напряжений.
26. Влияние вида грунтов, плотности, влажности, температуры на ползучесть и прочность мерзлых грунтов.

27. Влияние засоленности и заторфованности на прочность и ползучесть мерзлых грунтов.
28. Влияние вида напряженного состояния на характер изменения во времени и количественные показатели длительной ползучести и прочности.
29. Прогноз длительной деформации мерзлых грунтов на основе теории упруго-вязкого деформирования.
30. Механические модели. Уравнение по модели Кельвина–Фойгта.
31. Механические модели С.С. Вялова и М.Н. Гольдштейна.
32. Прогноз длительной ползучести мерзлых грунтов на основе теории наследственной ползучести.
33. Понятие о ядрах ползучести. Определение параметров ядра ползучести по Ю.К. Зарецкому.
34. Технические теории ползучести.
35. Прогноз длительной ползучести на основе теории старения.
36. Применимость различных теорий ползучести в механике мерзлых грунтов.
37. Феноменологические формулы для определения длительной ползучести.
38. Уравнения незатухающей ползучести.
39. Критерии длительного разрушения мерзлых грунтов.
40. Уравнения длительной прочности.
41. Нахождение параметров в уравнении длительной прочности С. С. Вялова.
42. Общий подход к определению параметров уравнений длительной прочности.
43. Влияние циклов промерзания-оттаивания на деформацию оттаивающих грунтов.
44. Зависимость деформаций при оттаивании от физических свойств грунтов.
45. Понятие о коэффициенте оттаивания и сжимаемости оттаивающих грунтов.
46. Зависимость скорости консолидации от условий оттаивания и уплотнения оттаивающих глинистых и песчаных грунтов.
47. Формирование прочности грунтов в процессе оттаивания и упрочнения.
48. Лабораторные методы испытания мерзлых грунтов.
49. Полевые методы испытания мерзлых грунтов.
50. Понятие о нормативных и расчетных характеристиках мерзлых и оттаивающих грунтов.
51. Формирование напряженно-деформированного состояния в массиве мерзлых грунтов.
52. Основные предпосылки геотехнических расчетов.

## **7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.**

### **Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации.**

1. Проблемы, возникающие при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений в криолитозоне.
2. Причины деформаций и разрушения инженерных сооружений в криолитозоне.
3. Этапы становления и развития механики мерзлых грунтов.
4. Теоретические и практические проблемы механики мерзлых грунтов.
5. Классификации мерзлых грунтов и их использование в инженерных целях.
6. Физические свойства мерзлых грунтов.
7. Состав и строение мерзлых грунтов.
8. Процесс замерзания грунтовой влаги.
9. Содержание незамерзшей воды в мерзлых грунтах в зависимости от их гранулометрического состава, засоленности и заторфованности.
10. Реологические свойства мерзлых грунтов.
11. Ползучесть мерзлых грунтов.
12. Длительная прочность мерзлых грунтов.
13. Влияние состава и свойств мерзлых грунтов на их прочность.
14. Влияние условий испытаний на прочность мерзлых грунтов.
15. Влияние состава и свойств мерзлых грунтов на их деформируемость.

16. Влияние условий испытаний на деформируемость мерзлых грунтов.
17. Термореологические процессы в мерзлых грунтах.
18. Деформируемость и прочность оттаивающих грунтов.
19. Зависимость сил морозного пучения от различных факторов.
20. Силы морозного пучения грунтов при их воздействии на фундаменты сооружений.
21. Прогноз развития деформации мерзлых грунтов во времени.
22. Прогноз длительной деформации мерзлых грунтов на основе технических теорий ползучести.
23. Прогноз длительной деформации мерзлых грунтов на основе наследственной теории ползучести.
24. Прогноз длительной деформации мерзлых грунтов на основе теории старения.
25. Прогноз длительной деформации мерзлых грунтов на основе теории упрочнения.
26. Прогноз длительной прочности мерзлых грунтов.
27. Прогноз длительной прочности мерзлых грунтов на основе логарифмического уравнения С.С. Вялова.
28. Прочностные и деформационные характеристики мерзлых грунтов.
29. Прочностные и деформационные характеристики оттаивающих грунтов.
30. Определение осадки при оттаивании мерзлых грунтов расчетными методами.
31. Виды механических испытаний мерзлых и оттаивающих грунтов.
32. Температурные деформации мерзлых грунтов.
33. Температурно-механические эффекты в мерзлых грунтах.
34. Испытание мерзлых грунтов на одноосное сжатие.
35. Испытание мерзлых грунтов шариковым штампом.
36. Испытание мерзлых грунтов на компрессионное сжатие.
37. Испытание мерзлых грунтов на сдвиг по поверхности смерзания.
38. Испытание мерзлых грунтов на осадку при оттаивании.
39. Расчет деформационных параметров уравнений ползучести.
40. Расчет параметров уравнения длительной прочности.

| Результаты обучения  | «Неудовлетворительно» | «Удовлетворительно»  | «Хорошо»                              | «Отлично»              |
|--|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Знания: условия формирования сезонно- и многолетнемерзлых и оттаивающих пород, их классификацию в соответствии с ГОСТ, состав, строение и основные физические свойства мерзлых пород, основные криогенные структуры и текстуры, условия формирования напряженно-деформированного | Знания отсутствуют    | Фрагментарные знания | Общие, но не структурированные знания | Систематические знания |

|  |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| <p>состояния грунтов при промерзании и оттаивании, владеть основами проявления реологических свойств, теориями и методами прогноза длительной ползучести и прочности.</p>  |  |   |   |   |
| <p>Умения: прогнозировать деформацию и несущую способность мерзлых, оттаивающих и оттаявших грунтов как оснований зданий и сооружений в криолитозоне., ставить основные задачи изысканий и исследований, проводить обработку полевого и лабораторного материала, пользоваться методами и программами для определения расчетных и нормативных характеристик, составлять рекомендации по использованию грунтов в качестве оснований.</p> | <p>Умения отсутствуют</p>  | <p>В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности принципиального характера</p> | <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении прогнозировать изменение прочностных и деформационных свойств мерзлых и оттаивающих грунтов</p> | <p>Успешное умение использовать знания в постановке задач прогнозирования изменения механических свойств мерзлых грунтов при хозяйственном освоении территорий криолитозоны</p> |
| <p>Владения: основными методами лабораторного исследования состава, строения, физико-</p>  | <p>Навыки владения методами механических испытаний мерзлых и оттаивающих</p> | <p>Фрагментарное владение методами испытаний мерзлых и оттаивающих грунтов,</p>                       | <p>В целом сформированные навыки исследования механических свойств мерзлых и оттаивающих</p>  | <p>Владение методами исследования механических свойств мерзлых и оттаивающих</p>  |

|   |                     |                           |         |         |
|---|---------------------|---------------------------|---------|---------|
| механических свойств мерзлых и оттаивающих пород, методами изучения факторов, влияющих на геокриологические процессы, обуславливающих устойчивость оснований сооружений в криолитозоне. | грунтов отсутствуют | наличие отдельных навыков | грунтов | грунтов |
|---|---------------------|---------------------------|---------|---------|

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы.

#### - основная литература:

Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов. М.: Высшая школа, 1973, 446 с.

Вялов С.С. Реология мерзлых грунтов. М.: Стройиздат, 2000, 464 с.

Ершов Э.Д. Физико-химия и механика мерзлых пород. М.: МГУ, 1986, 332 с.

Роман Л.Т. Механика мерзлых грунтов. М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002, 425 с.

#### - дополнительная литература:

Гречищев С.Э., Чистотинов Л.В., Шур Ю.Л. Криогенные физико-геологические процессы и их прогноз. М.: Недра, 1980, 382 с.

Орлов В.О., Дубнов Ю.Д., Меренков Н.Д. Пучение промерзающих грунтов и его влияние на фундаменты сооружений. Л.: Стройиздат ЛО, 1977.

Лабораторные методы исследования мерзлых пород. (под ред. Э.Д. Ершова). М.: Изд-во МГУ, 1985, 351 с.

Методы определения механических свойств мерзлых грунтов. (под ред. Э.Д. Ершова и Л.Т. Роман). Изд-во МГУ, 1995, 160 с.

Geotechnical engineering for cold Regions. /edit. By O. Andersland, D. Anderson N. Y. McCraw-Hill, Book Company, 1983, 560 p.

### Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:

пакеты программ Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости)

### В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

компьютерная электронная энциклопедия “Здания на вечномерзлых грунтах”.

### Г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы - не требуются.

### Д) Материально-техническое обеспечение:

для материально-технического обеспечения дисциплины «Механика мерзлых грунтов» используется лабораторное оборудование и приборы кафедры геокриологии; холодильные камеры, снабженные автоматической записью температурного режима, программным обеспечением обработки опытных данных; компьютерный класс, лабораторная измерительная аппаратура, специализированная аудитория с ПК и компьютерным проектором, библиотека Геологического факультета и фундаментальная библиотека МГУ. Дополнительно предполагается освоение полевых методов испытаний на полигонах производственной практики.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели – Волохов С.С., Царапов М.Н., Котов П.И.

11. Автор программы – Волохов С.С.