

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.03 МЕХАНИКА ГРУНТОВ (ГЕОТЕХНИКА)**

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 Нефтегазовое дело

Профиль подготовки (специализация) 21.04.01.01 Трубопроводный инжиниринг

Форма обучения очная

Год набора 2024

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили

Доцент, канд. техн. наук Петров Олег Николаевич

Доцент, канд. техн. наук Павлова Прасковья Леонидовна

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины:

Цель преподавания дисциплины «Механика грунтов (Геотехника)» — дать студентам знания о различных типах грунтов, включая многолетнемёрзлые породы, и научить понимать напряжённо-деформированное состояние грунтов, оценивать их прочность, устойчивость и взаимодействие с сооружениями при проектировании и эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины:

Задачами изучения дисциплины «Механика грунтов (Геотехника)» являются:

- 1) изучить особенности различных типов грунтов, включая многолетнемёрзлые породы;
- 2) научиться оценивать и анализировать напряжённо-деформированное состояние грунтов;
- 3) изучить методы, приборы и устройства применяемые при строительстве объектов нефтегазовой отрасли.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы высшего образования:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-12 Способен применять полученные знания для разработки и реализации проектов, различных процессов производственной деятельности, применять методику проектирования	
ПК-12.1 Выявляет проблемные места в области трубопроводного транспорта	Знает о свойствах грунтов, их напряжённо-деформированном состоянии и устойчивости под действием нагрузок, а также об особенностях многолетнемёрзлых пород. Умеет находить проблемные места в сфере трубопроводного транспорта и предлагать решения на основе этих знаний. Владеет методами оценки состояния грунтов для эффективного проектирования и эксплуатации объектов трубопроводного транспорта.

Дисциплина реализуется без применения ЭО и ДОТ

## 2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		1
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	4 (144)	4 (144)
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	0,8 (30)	0,8 (30)
занятия лекционного типа	0,4 (14)	0,4 (14)
практические занятия	0,4 (16)	0,4 (16)
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	2,2 (78)	2,2 (78)
<b>Вид промежуточной аттестации (Экзамен)</b>	36	Экзамен

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Вид работ	Темы занятия	Объем часов	Семестр /курс	Часы в эл. формате
<b>Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ</b>					
1.	Лек	Механика грунтов (Геотехника). Основные термины и определения	1	1	
2.	Пр	Определение основных характеристик физических и теплофизических свойств мерзлых грунтов	2	1	
3.	Ср	Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций; выполнение разноуровневых расчетно-графических заданий и задач и подготовка их к защите; работу с основной и дополнительной литературой, с материалами в сети Интернет	8	1	
<b>Раздел 2. ГРУНТЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ</b>					
1.	Лек	Грунт как материал. Основные гипотезы механики грунтов	1	1	
2.	Лек	Грунты. Определение и классификация	1	1	
3.	Пр	Расчет нормативной глубины сезонного промерзания при отсутствии данных натурных наблюдений	2	1	
4.	Ср	Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций; выполнение разноуровневых расчетно-графических заданий и задач и подготовка их к защите; работу с основной и дополнительной литературой, с материалами в сети Интернет	14	1	
<b>Раздел 3. ФИЗИЧЕСКИЕ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ</b>					
1.	Лек	Физические, физико-химические и механические свойства грунтов	2	1	
2.	Пр	Расчет устойчивости свайного основания наземного трубопровода на воздействие касательных сил морозного пучения	1	1	
3.	Ср	Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций; выполнение разноуровневых расчетно-графических заданий и задач и подготовка их к защите; работу с основной и дополнительной литературой, с материалами в сети Интернет	12	1	
<b>Раздел 4. МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ</b>					
1.	Лек	Методы и приборы	2	1	
2.	Пр	Определение несущей способности сложенного многолетнемерзлыми грунтами основания свайного фундамента	1	1	
3.	Ср	Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций; выполнение разноуровневых расчетно-графических заданий и задач и подготовка их к защите; работу с основной и дополнительной литературой, с материалами в сети Интернет	12	1	
<b>Раздел 5. МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫЕ ПОРОДЫ И ГРУНТЫ</b>					
1.	Лек	Многолетнемерзлая порода. Мерзлый грунт.	2	1	
2.	Пр	Расчет устойчивости свайного основания наземного трубопровода на воздействие касательных сил морозного пучения	2	1	
3.	Пр	Характеристики пучинистости грунтов	2	1	
4.	Ср	Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций; выполнение разноуровневых расчетно-графических заданий и задач и подготовка их к защите; работу с основной и дополнительной литературой, с материалами в сети Интернет	6	1	

<b>Раздел 6. ОСНОВАНИЕ И ФУНДАМЕНТЫ В РАЙОНАХ С МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛОЙ ПОРОДОЙ</b>					
1.	Лек	Основание и фундаменты в районах с многолетнемерзлой породой	2	1	
2.	Пр	Основание и фундаменты в районах с многолетнемерзлой породой	2	1	
3.	Ср	Изучение теоретического курса, в том числе, материала, который не вошел в курс лекций; выполнение разноуровневых расчетно-графических заданий и задач и подготовка их к защите; работу с основной и дополнительной литературой, с материалами в сети Интернет	6	1	
<b>Раздел 7. ОХЛАЖДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА, ТЕПЛОВЫЕ ТРУБЫ, ТЕРМОСВАИ, ТЕРМОСТАБИЛИЗАТОРЫ</b>					
1.	Лек	Охлаждающие устройства, тепловые трубы, термосваи, термостабилизаторы	2	1	
2.	Пр	Расчет объема жидкого рабочего вещества для заполнения термостабилизатора	2	1	
<b>Раздел 8. ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СООРУЖЕНИЙ НА ММП</b>					
1.	Лек	Геотехнический мониторинг и экологические требования при строительстве сооружений на ММП	1	1	
2.	Пр	Геотехнический мониторинг и экологические требования при строительстве сооружений на ММП	2	1	
<b>Раздел 9. Экзамен</b>					
1.	РГР	Выполнение расчетно-графических работ	20	1	
2.	Экзамен	Экзамен	36	1	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Преснов О. М., Иванова О. А. Механика грунтов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Красноярск: СФУ, 2019. - – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u624/i-880528447.pdf> .

2. Гриб С.И. Механика грунтов. Физические и механические характеристики грунтов [Электронный ресурс]: лаб. практикум для студентов напр. 270100 «Строительство», 270200 «Транспортное строительство». - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-579957.pdf> .

3. Чеботарев Г. П., Забавин В. С., Маслов Н. Н. Механика грунтов, основания и земляные сооружения. - Москва: URSS, 2009. - 616 с..

4. Бронин В.Н., Далматов Б.И., Карлов В.Д., Мангушев Р.А. Механика грунтов: Ч. 1. Основы геотехники: учеб. для строит. вузов. - Москва: Изд-во АСВ, СПбГА-СУ, 2000. - 204 с..

5. Бородавкин П. П. Механика грунтов в трубопроводном строительстве. - Москва: Недра, 1986. - 224 с..

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian. Офисный пакет Microsoft Office.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>

2. Официальный сайт компании АК «Транснефть» <http://transneft.ru/>

3. Официальный сайт компании ПАО «Газпром», <http://www.gazprom.ru/>

## **5 Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств является приложением к рабочей программе дисциплины (модуля), хранится на кафедре, обеспечивающей преподавание данной дисциплины (модуля).

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для организации образовательного процесса необходима следующая материально-техническая база:

1) учебные аудитории для проведения учебных занятий по дисциплине, оснащенные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием: проектором, ноутбуком;

2) помещение для самостоятельной работы, оснащенное специализированной мебелью и 12 компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю) Б1.В.03 Механика грунтов (Геотехника)

Направление подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль) 21.04.01.01 Трубопроводный инжиниринг

Красноярск 2025

**1 Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения, соотнесенных с результатами обучения по дисциплине (модулю), практики и оценочными средствами**

Семестр	Код и содержание индикатора компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства
ПК-12 Способен применять полученные знания для разработки и реализации проектов, различных процессов производственной деятельности, применять методiku проектирования			
1	ПК-12.1 Выявляет проблемные места в области трубопроводного транспорта	Знает о свойствах грунтов, их напряжённо-деформированном состоянии и устойчивости под действием нагрузок, а также об особенностях многолетнемёрзлых пород.	Расчетно-графические работы. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
		Умеет находить проблемные места в сфере трубопроводного транспорта и предлагать решения на основе этих знаний.	Расчетно-графические работы. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации
		Владеет методами оценки состояния грунтов для эффективного проектирования и эксплуатации объектов трубопроводного транспорта.	Групповая дискуссия. Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

**2 Типовые оценочные средства или иные материалы, с описанием шкал оценивания и методическими материалами, определяющими процедуру проведения и оценивания достижения результатов обучения**

**Расчетно-графические работы**

В данной дисциплине реализуются задачи (задания) репродуктивного и продуктивного уровней.

**Задача 1. Определение основных характеристик физических и теплофизических свойств мерзлых грунтов**

**Цель работы:** Научиться рассчитывать основные показатели физических и теплофизических свойств мерзлых грунтов.

**Исходные данные:**

Таблица 1 – Исходные данные

№ варианта	Описание пород	Мощность слоя, м	Температура грунта, °С	Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	Плотность мерзлого грунта $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Влажность, д. е.		Суммарная влажность $w_{tot}$ , д. е.
						на границе текучести $w_l$	на границе раскатывания $w_p$	
1	Суглинки сетчатой текстуры	3,2	-1,3	2,76	1,6	0,43	0,31	0,34
2	Глины слоистой текстуры	3,0	-2,5	2,71	1,65	0,47	0,27	0,37
3	Глины массивной текстуры	1,1	-2,6	2,6	1,85	0,28	0,1	0,28
4	Суглинки средние пылеватые	2,8	-1,0	2,77	1,82	0,39	0,23	0,33
5	Глины сетчатой текстуры	3,4	-3,0	2,77	1,71	0,46	0,23	0,34
6	Суглинки массивной текстуры	2,1	-2,5	2,7	1,84	0,29	0,16	0,31
7	Глины слоистой текстуры	2,9	-1,8	2,74	1,52	0,48	0,28	0,36
8	Суглинки сетчатой текстуры	1,3	-1,5	2,74	1,59	0,43	0,3	0,4
9	Озерно-ледниковая супесь пылеватая	3,0	-0,9	2,79	1,96	0,29	0,15	0,25

### Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

1. Определяется величина  $w_w$ . Для мерзлых незасоленных грунтов допускается определять по формуле:

$$w_w = k_w w_p,$$

где  $k_w$  – коэффициент, принимаемый по таблице Б.3 СП25.13330.2020 «СНИП 2.02.04-88» в зависимости от температуры грунта  $T$ , °С и числа пластичности  $I_p$ :

$$I_p = w_l - w_p$$

где  $w_l$  – влажность грунта, соответствующая верхнему пределу пластичности (влажность на границе текучести).

2. Влажность мерзлого грунта за счет порового льда (льда-цемента)  $w_{ic}$ ,

определяется по формуле, приняв  $w_m \approx w_p$ :

$$w_{ic} = w_m - w_w.$$

3. Влажность мерзлого грунта за счет ледяных включений,  $w_i$ , рассчитывается по формуле:

$$w_i = w_{tot} - w_m.$$

4. Суммарная льдистость мерзлого грунта  $i_{tot}$ , определяется по формуле:

$$i_{tot} = \frac{\rho \cdot i}{\rho_i} = \frac{\rho (w_{tot} - w_w)}{\rho_i (1 + w_{tot})}.$$

где  $\rho_i$  – плотность льда, принимаемая равной  $0,9 \text{ г/см}^3$ .

5. Льдистость грунта за счет ледяных включений  $i_i$ , определяется по формуле:

$$i_i = \frac{\rho \cdot i}{\rho_i} = \frac{\rho_s (w_{tot} - w_m)}{\rho_i + \rho_s (w_{tot} - w_w)}.$$

Льдистость за счет льда-цемента  $i_{ic}$ , по формуле:

$$i_{ic} = i_{tot} - i_i.$$

6. Степень заполнения объема пор мерзлого грунта льдом и незамерзшей водой  $S_r$ , д. е., определяется по формул:

$$S_r = \frac{\rho_s (1,1w_{ic} - w_w)}{e \rho_w}.$$

Предварительно определяется коэффициент пористости  $e$ , по формуле:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}.$$

Плотность скелета грунта  $\rho_d$ , по формуле:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + w_{tot}}.$$

7. Расчетные значения теплопроводности талого и мерзлого грунта ( $\lambda_{th}$  и  $\lambda_f$ , Вт/(м·°С)) принимаются по таблице Б8 СП25,13330.2020 «СНИП 2,02.04-88» в зависимости от плотности грунта в сухом состоянии  $\rho_d$  и влажности  $w_{tot}$ .

8. Объемная теплоемкость талого и мерзлого грунтов ( $c_{th}$  и  $c_f$ , Дж/(кг·°С)) принимаются по формуле:

$$c_{th} = (c_p + c_w w_{tot}) \rho_d,$$

где  $c_p$  принимается по таблице Б.6 СП25,13330.2020 «СНИП 2,02.04-88»; для несосаленных грунтов и торфа  $c_w = 4200 \text{ Дж/(кг·°С)}$ .

$$c_f = (c_p + c_w w_w + c_i (w_{tot} - w_w)) \rho_d,$$

где  $c_i$  вычисляются по формуле:

$$c_i = 2120 + 7,8T.$$

8. Значение температуры начала замерзания грунта  $T_{bf}$  принимается по формуле с учетом концентрации порового раствора  $c_{ps}$ .

$$T_{bf} = A - B(53c_{ps} - 40c_{ps}),$$

где  $A$  – коэффициент, характеризующий температуру начала замерзания незасоленного грунта (таблица Б.1 СП25,13330.2020 «СНИП 2,02.04-88»);

$B$  – коэффициент, зависящий от типа засоления грунта ( $B=0$  для незасоленных грунтов).

9. Значение удельной теплоты таяния (замерзания) грунта  $L_v$ , Вт·ч/м<sup>3</sup>, определяется по формуле:

$$L_v = L_0(w_{tot} - w_w)\rho_d,$$

Размерность плотности сухого грунта  $\rho_d$  берется в кг/м<sup>3</sup>.

10. Результаты представить в виде таблицы (пример – таблица 2).

Таблица 2.

Описание пород	Показатели физических и теплофизических свойств мерзлых грунтов																
Суглинки слоистой текстуры	$w_m$	$w_i$	$w_w$	$w_{ic}$	$Ip$	$i_{tot}$	$i_{ic}$	$i_i$	$\rho_d$	$e$	$S_r$	$\lambda_{th}$	$\lambda_f$	$c_{th}$	$c_f$	$T_{bf}$	$L_v$

## Задача 2. Расчет нормативной глубины сезонного промерзания при отсутствии данных натуральных наблюдений

**Цель работы:** Научиться рассчитывать нормативную глубину сезонного промерзания при отсутствии данных натуральных наблюдений

### Исходные данные:

Требуется определить нормативную глубину сезонного промерзания грунтов для района г. Москвы. По данным многолетних наблюдений, согласно СП 131.13330, средняя температура воздуха за период отрицательных температур  $T_{f,m} = -5,5^\circ\text{C}$ . Продолжительность зимнего периода  $t_{f,m} = 3240$  ч. Грунт представлен песком, суммарная влажность грунта  $w_{tot} = 0,07$ , влажность за счет незамерзшей воды  $w_w = 0$ . Плотность сухого грунта  $\rho_d = 1600$  кг/м<sup>3</sup>. Температура начала замерзания грунта  $T_{bf} = 0^\circ\text{C}$ . Коэффициент теплопроводности мерзлого грунта  $\lambda_f = 1,62$  Вт/(м·°C); объемная теплоемкость  $c_f = 489$  Вт·ч/(м<sup>3</sup>·°C).

### Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению

1. Определяем удельную теплоту замерзания грунта (затраты тепла на фазовые переходы):

$$L_v = L_0(w_{tot} - w_w)\rho_d.$$

2. Количество тепла, выделяемое при замерзании воды, Вт·ч/м<sup>3</sup>, ккал/м<sup>3</sup>, Дж/м<sup>3</sup>:

$$q_2 = L_v - 0,5c_f (T_{f,m} - T_{bf}).$$

3. Нормативная глубина сезонного промерзания грунта  $d_{f,n}$ , определяется по формуле, м:

$$d_{f,n} = \sqrt{\frac{2\lambda_f (T_{bf} - T_{f,m}) t_{f,m}}{q_2}}.$$

Необходимо решить задачу для определённого региона Российской Федерации по заданному алгоритму. Исходные данные найти в сети Интернет, либо выбрать самостоятельно.

### **Задача 3. Расчет устойчивости свайного основания наземного трубопровода на воздействие касательных сил морозного пучения.**

**Цель работы.** Научиться рассчитывать устойчивость свайного основания наземного трубопровода на воздействие касательных сил морозного пучения.

**Исходные данные.** Сваи диаметром  $D=0,32$ м. Глубина погружения свай от верхней поверхности многолетнемерзлого грунта  $z=3$ м. Расчетная нагрузка на сваю –  $F=10$  кН. Грунт представлен суглинком мягкопластичной консистенции, показатель текучести  $I_L=0,6$ . Расчетная глубина сезонного оттаивания –  $d_{th}=1,8$ м. Расчетная температура многолетнемерзлого грунта  $T_0=-1,5$ .С. Коэффициент теплопроводности мерзлого грунта  $\lambda_f=1,4$  Вт/(м·°С) объемная теплоемкость  $c_f = 522$  Дж/(м<sup>3</sup>·С).

#### **Ход работы.**

1. При показателе текучести грунта  $I_L=0,6$  и  $d_{th}=1,8$ м интерполируя данные таблицы 7.8 СП 25.13330.2020, получаем значения  $t_{fh}=110$  кПа.

2. Определяем площадь боковой поверхности смерзания свай в пределах расчетной глубины сезонного оттаивания грунта:

$$A_{fh} = \pi D d_{th} = 3,14 \cdot 0,32 \cdot 1,8 = 1,8 \text{ м}^2.$$

3. Прежде чем определять расчетное значение силы удерживающей фундамент от выпучивания определяется расчетная температура многолетнемерзлых грунтов по длине свай, по которой определяется сопротивление сдвигу по поверхности смерзания  $R_{af}$ .

Поскольку разрез сложен однородным грунтом, в формуле 4.14 используем коэффициент сезонного изменения температуры грунтов

основания  $\alpha_e$ , для чего находим параметр  $z \sqrt{\frac{c_f}{\lambda_f}}$ .

Находим значение коэффициента  $\alpha_e$  по данным таблицы 7.3 СП 25.13330.2020, значение коэффициента  $k_{ts}$  по таблице 7.5 СП 25.13330.2020.

$$T_e = (T_0 - T_{bf}) \alpha_{m,z,e} k_{ts} + T_{bf}$$

По таблице В.3 при расчетной температур  $T_e$  определяем среднее значение расчетного сопротивления сдвигу по поверхности смерзания  $R_{af}$ .

По формуле определяется расчетное значение силы, удерживающей фундамент от выпучивания:

$$F_r = u \sum_{i=1}^n R_{af,i} h_i = \pi D R_{af} d_{th}.$$

Устойчивость фундамента на действие сил касательных сил морозного пучения оценивается по условию

$$\tau_{fn} A_{fn} - F \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} F_r.$$

### Шкалы и критерии оценивания

Оценка	Критерии
зачтено	задание выполнено верно, при защите задания студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос
не зачтено	задание выполнено неверно, при защите задания студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполнил практическую работу

При наличии обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида оценочные средства выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

### Практическое задание в виде групповой дискуссии по теме «Основание и фундаменты в районах с многолетнемерзлой породой»

**Цель:** изучить особенности работы с мерзлыми грунтами, их свойства и принципы проектирования фундаментов на таких основаниях.

#### Задачи:

- определить основные характеристики мерзлых грунтов и пород;
- обсудить методы исследования свойств мерзлых грунтов и пород;
- рассмотреть принципы проектирования фундаментов на мерзлых основаниях;

- предложить решения для обеспечения устойчивости и безопасности сооружений, построенных на мерзлых грунтах и породах.

### **Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению**

Разделиться на группы по 3–4 человека.

Каждая группа выбирает одну из предложенных тем для обсуждения, например:

- «Основные характеристики мерзлых грунтов и их влияние на строительство»;
- «Методы исследования свойств мерзлых грунтов»;
- «Принципы проектирования фундаментов на мерзлых основаниях»;
- «Обеспечение устойчивости и безопасности сооружений на мерзлых грунтах и породах».

В течение 20–30 минут обсудить выбранную тему, используя знания, полученные на лекциях, практических занятиях и в ходе самостоятельной работы.

Подготовить краткий отчет о проделанной работе, включающий основные выводы и рекомендации.

Провести групповую дискуссию, в ходе которой представители каждой группы представят свои отчеты и ответят на вопросы других участников.

Обсудить возможные пути развития темы и применения полученных знаний на практике.

### **Критерии оценивания групповой работы:**

«Зачтено» – работа выполнена на достаточном уровне: участники группы были вовлечены в обсуждение, продемонстрировали понимание темы и умение применять знания на практике. Отчёт содержит основные выводы и рекомендации.

«Не зачтено» – работа не соответствует критериям: участники не были активно вовлечены в процесс обсуждения и не продемонстрировали понимания темы. Отчет отсутствует или написан формально.

### **Практическое задание в виде групповой дискуссии по теме «Геотехнический мониторинг и экологические требования при строительстве сооружений на ММП»**

**Цель:** обсудить значение геотехнического мониторинга и экологических требований при строительстве на ММП, а также рассмотреть основные проблемы и подходы к их решению.

#### **Задачи:**

- определить основные параметры и методы геотехнического мониторинга при строительстве на ММП;

- рассмотреть экологические требования и проблемы, связанные со строительством на ММП;
- проанализировать примеры успешного применения геотехнического мониторинга и соблюдения экологических требований при строительстве на ММП;
- предложить возможные пути решения проблем на основе опыта участников дискуссии.

### **Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению**

Разделиться на группы по 3–4 человека.

В течение 20–30 минут обсудить тему практического задания, используя знания, полученные на лекциях, практических занятиях и в ходе самостоятельной работы.

Подготовить краткий отчет о проделанной работе, включающий основные выводы и рекомендации.

Провести групповую дискуссию, в ходе которой представители каждой группы представят свои отчеты и ответят на вопросы других участников.

Обсудить возможные пути развития темы и применения полученных знаний на практике.

### **Критерии оценивания групповой работы:**

«Зачтено» – работа выполнена на достаточном уровне: участники группы были вовлечены в обсуждение, продемонстрировали понимание темы и умение применять знания на практике. Отчёт содержит основные выводы и рекомендации.

«Не зачтено» – работа не соответствует критериям: участники не были активно вовлечены в процесс обсуждения и не продемонстрировали понимания темы. Отчет отсутствует или написан формально.

### **Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации**

1. Горная порода и грунты
2. Классификация грунтов по природе структурных связей
3. Основные гипотезы механики грунтов
4. Физические свойства грунтов
5. Физико-химические свойства грунтов
6. Методы и приборы для определения физико-химических свойств грунтов
7. Механические свойства грунтов
8. Методы и приборы для определения механических свойств грунтов
9. Фильтрационные свойства грунтов
10. Многолетнемерзлая порода
11. Строение многолетнемерзлой породы
12. Основные формы рельефа мерзлотного происхождения
13. Криогенная текстура (криоструктура)
14. Физические свойства мерзлых грунтов

15. Теплофизические свойства мерзлых грунтов
16. Принципы строительства зданий и сооружений с использованием многолетнемерзлых грунтов
17. Методы защиты от пучинистых грунтов
18. Основание и фундаменты в районах с многолетнемерзлой породой
19. Охлаждающие устройства, тепловые трубы, термосваи, термостабилизаторы
20. Геотехнический мониторинг на многолетнемерзлых грунтах
21. Экологические требования при проектировании и устройстве оснований и фундаментов на многолетнемерзлых грунтах

**Инструкции и/или методические рекомендации по выполнению  
Форма промежуточной аттестации – экзамен.**

Экзаменационный билет включает два вопроса из списка, приведенного выше.

Студенту отводится время на ответ в письменном виде. Допускается ответ в виде схем и рисунков. После письменного ответа студент переходит к собеседованию с преподавателем, при котором возможны дополнительные вопросы, как по билету, так и в целом из списка вопросов к экзамену. После собеседования преподаватель оценивает ответы студента по шкале: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

**Критерии оценивания:**

«отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;

«хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

«удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ;

«неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

При наличии обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида оценочные средства выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

## **Процедура проведения промежуточной аттестации с привлечением Комиссии ПА**

Проведение промежуточной аттестации (ПА) с привлечением Комиссии ПА осуществляется в целях внутренней независимой оценки качества подготовки обучающихся. Во время проведения промежуточной аттестации по дисциплине с привлечением Комиссии ПА вопросы обучающимся имеет право задавать и оценивать результаты ответов обучающихся только педагогический работник, проводящий занятия по дисциплине.

Комиссия ПА присутствует в качестве наблюдателей во время проведения промежуточной аттестации по дисциплине и осуществляет оценку процедуры проведения промежуточной аттестации и оценку результатов промежуточной аттестации.

Оценка процедуры промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) осуществляется Комиссией ПА на основе анализа ФОС по следующим позициям:

- наличие рецензированного ФОС;
- наличие описания в ФОС процедуры проведения ПА с привлечением Комиссии ПА;
- соответствия оценочных материалов для проведения экзамена содержанию дисциплины и формируемым компетенциям.

Разработчик  Павлова П. Л.