

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Романчук Иван Сергеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 05.03.2025 17:31:56  
Уникальный программный ключ:  
6319edc2b582ffdacea443f01d5779368d0957ac34f5cd074d81181530452479

Приложение к рабочей  
программе дисциплины

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Наименование дисциплины	Теплотехническое моделирование
Направление подготовки / Специальность	08.04.01 Строительство
Направленность (профиль) / Специализация	Геотехника в криолитозоне
Форма обучения	очная
Разработчик(и)	Земеров И.В., старший преподаватель

1. Темы дисциплины для самостоятельного освоения обучающимися: отсутствуют.

2. План самостоятельной работы

№ п/п	Учебные встречи	Виды самостоятельной работы	Форма отчетности/ контроля	Количество баллов	Рекомендуемый бюджет времени на выполнение (ак.ч.)*
1	2	3	4	5	6
1	Программный комплекс Борей 3D	1. Выполнение тестовых заданий 2. Решение задач по изученным материалам	1. Тестирование 2. Задачи	0-5	52
2	Расчет оттаивания грунта под резервуаром охлаждающей системы				
3	Расчет подземного трубопровода				
4	Расчет автомобильной дороги				
5	Расчет инженерных сооружений с учетом обводнения				
6	Расчет скважины. Расчет здания с проветриваемым подпольем				
7	Программный комплекс Frost 3D. Расчет оттаивания грунта под резервуаром охлаждающей системы. Расчет подземного трубопровода				
8	Расчет автомобильной дороги. Расчет инженерных сооружений с учетом обводнения. Расчет скважины. Расчет здания с проветриваемым подпольем				

### 3. Требования и рекомендации по выполнению самостоятельных работ обучающихся, критерии оценивания

Вид: Выполнение тестовых заданий 1.

Краткая характеристика: тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений по темам, самостоятельную работу студента. Тест состоит из 15 сложных вопросов, где ответом является слово (несколько слов), или цифра (число), или последовательность цифр (чисел). Запишите ответ в поле ответа в тексте работы или на соответствие.

Вид: Выполнение тестовых заданий 2.

Краткая характеристика: тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений по темам, самостоятельную работу студента. Тест состоит из 30 простых вопросов, четырьмя вариантами ответов, правильным считается один ответ.

Вид: Решение задач

Краткая характеристика: задачи - выполнение действий или мыслительных операций, направленных на достижение цели, заданной в рамках проблемной ситуации, которая позволяет автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений по темам, самостоятельную работу студента. На изучение тем предоставляется 5 задач разного уровня.

Тестовые задания 1.

№ п/п	Вопросы
1	_____ - линза холодного рассола в массиве многолетнемерзлой толщи
2	_____ — это процесс вязкопластического движения оттаявшего грунта деятельного слоя по склону под действием гравитационных сил
3	_____ сети – это участки трубопроводов в пределах зданий и сооружений
4	_____ сети – это участки трубопроводов от границ застройки до вводов в здания или сооружения
5	_____ трубопровод – это участок трубопровода от источника водо- и энергоснабжения до границ застройки (населенный пункт, промышленное предприятие)
6	«Многолетнемерзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии – это принцип (укажите к какому принципу относится утверждение)
7	В черте застройки наиболее широко распространена _____ прокладка трубопроводов
8	Как называется форма залегания льда, при которой лед залегает слоем сравнительно одинаковой мощности (от нескольких сантиметров до десятков метров)?
9	При граничном условии первого рода на границе задается _____
10	Выберите из списка 5 (пять) составляющих для определения коэффициентов теплообмена: 1) растительный покров 2) высота снежного покрова 3) скорость ветра 4) радиационный баланс поверхности 5) плотность снега

	6) глубина нулевых амплитуд 7) экспозиция склонов
11	Откосы насыпей и выемок оказывают значительное _____ воздействие
12	Подавляющее большинство трубопроводов транспортируют продукт при положительной _____
13	Снежный покров оказывает _____ влияние на грунт Ответы дать через запятую.
14	Выберете одно из перечисленного. Тело плотины возводится из: 1) Песков, содержащих более 0.1% водорастворимых солей 2) супесей и суглинков, содержащих более 0.2% водорастворимых солей 3) из всех видов грунта, кроме вышеперечисленных
15	При граничном условии _____ рода на границе задается тепловой поток Ответ дать словом или цифрой

## Тестовые задания 2.

№ п/п	Вопросы
1	Подавляющее большинство трубопроводов транспортируют продукт при: 1) положительной температуре 2) отрицательной температуре 3) температуре наружного воздуха
2	Сезонное и многолетнее оттаивание сильнольдистых пород и подземных залежей льда – это причина развития процесса: 1) термоэрозии 2) термоабразии 3) криогенного выветривания 4) термокарста
3	Какой вид трубопровода не относится к санитарно-техническим трубопроводам: 1) водовод 2) трубопровод инертных газов 3) трубопровод теплоснабжения 4) канализация
4	При прерывистом характере распространения вечномерзлых грунтов: 1) мерзлые породы занимают более 95% территории, температура мерзлых грунтов на этих территориях ниже $-3^{\circ}\text{C}$ ( $T_0 < -3^{\circ}\text{C}$ ) 2) мерзлые породы занимают 90-95% территории, температура мерзлых грунтов на этих территориях от $-0.5$ до $-3^{\circ}\text{C}$ ( $T_0 = -0.5 \dots -3^{\circ}\text{C}$ ) 3) мерзлые породы занимают 75-90% территории, температура мерзлых грунтов на этих территориях от $-0.5$ до $-3^{\circ}\text{C}$ ( $T_0 = -0.2 \dots -2^{\circ}\text{C}$ ) 4) мерзлые породы занимают 25-75% территории, температура мерзлых грунтов на этих территориях от $-0.5$ до $-3^{\circ}\text{C}$ ( $T_0 = -0.2 \dots -2^{\circ}\text{C}$ ) 5) мерзлые породы занимают менее 25% территории, температура мерзлых грунтов на этих территориях выше $-0.2^{\circ}\text{C}$ ( $T_0 > -0.2^{\circ}\text{C}$ )
5	При граничном условии второго рода на границе задается: 1) производная $dt/dx$ (поток тепла) 2) температура 3) комбинация функции и производной (условия теплообмена на поверхности тела с окружающей средой)
6	Какие режимы температуры донных отложений невозможны исходя из

	<p>классификации Кудрявцева:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) среднегодовая температура донных отложений ниже нуля, и лишь летом оттаивает на небольшую глубину</li> <li>2) сезонное промерзание донных отложений</li> <li>3) под озером существует сквозной или несквозной талик</li> <li>4) под озером формируется устойчивое мерзлое ядро с температурой <math>-4^{\circ}\text{C}</math></li> </ol>
7	<p>От чего не зависит объемная теплота фазового перехода грунта:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) влажность</li> <li>2) плотность скелета грунта</li> <li>3) теплота фазового перехода «вода-лед»</li> <li>4) температура грунта</li> </ol>
8	<p>Теплота фазового перехода грунта измеряется в:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{Вт}</math></li> <li>2) <math>\text{Дж} / \text{м}^3</math></li> <li>3) <math>^{\circ}\text{C}</math></li> <li>4) <math>\text{кг} / \text{м}^3</math></li> </ol>
9	<p>Откосы насыпей и выемок:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) оказывают значительное утепляющее воздействие на подстилающие грунты</li> <li>2) оказывают значительное охлаждающее воздействие на подстилающие грунты</li> </ol>
10	<p>Слабый сток поверхностных вод – это один из механизмов процесса:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) заболачивания</li> <li>2) оползней</li> <li>3) курумообразования</li> <li>4) термоэрозии</li> </ol>
11	<p>Для трассирования дорог и выбора способа обеспечения их устойчивости на ВМГ последние разделяют в зависимости от просадочности на:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 2 категории</li> <li>2) 3 категории</li> <li>3) 4 категории</li> <li>4) 5 категорий</li> <li>5) 6 категорий</li> </ol>
12	<p>При движении с севера на юг увеличивается:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) теплопроводность грунтов</li> <li>2) количество и площадь таликов</li> <li>3) глубина жильных льдов</li> <li>4) толщина слоя сезонного промерзания</li> </ol>
13	<p>Тело плотины возводится из:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Песков, содержащих более 0.1% водорастворимых солей</li> <li>2) супесей и суглинков, содержащих более 0.2% водорастворимых солей</li> <li>3) из всех видов грунта, кроме вышеперечисленных</li> </ol>
14	<p>При сливающейся мерзлоте:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) кровля мерзлоты сходится с подошвой активного слоя</li> <li>2) кровля находится ниже подошвы активного слоя</li> </ol>
15	<p>При граничном условии третьего рода на границе задается:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) производная <math>dt/dx</math> (поток тепла)</li> <li>2) температура</li> <li>3) комбинация функции и производной (условия теплообмена на поверхности тела с окружающей средой)</li> </ol>
16	<p>Талые плотины могут быть:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) земляными</li> <li>2) каменно-земляными</li> </ol>

	<p>3) каменно-набросными 4) все вышеперечисленное</p>
17	<p>Единица измерения теплоемкости: 1) Вт/(м*К) 2) Дж/(м<sup>3</sup>*К) 3) Дж/(кг*К) 4) Дж/ м<sup>3</sup></p>
18	<p>Конструктивная схема, при которой не допускается взаимное перемещение элементов здания называется: 1) податливой 2) жесткой 3) каркасной 4) однопролетной</p>
19	<p>Какие виды зданий могут иметь податливую схему: 1) антресольно-павильонные 2) каркасно-зальные 3) каркасные 4) все вышеперечисленные</p>
20	<p>«Многолетнемерзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии) – это 1) I принцип строительства 2) II принцип строительства 3) III принцип строительства</p>
21	<p>Снежный покров оказывает: 1) охлаждающее влияние 2) утепляющее влияние 3) может оказывать как утепляющее, так и охлаждающее влияние, в зависимости от толщины снежного покрова</p>
22	<p>Удаление или нарушение поверхностного растительного покрова обычно: 1) оказывает утепляющее воздействие на подстилающую вечную мерзлоту 2) оказывает охлаждающее воздействие на подстилающую вечную мерзлоту 3) оказывает утепляющее влияние, если мох/торф не служат теплоизоляторами 4) зависит от скорости ветра на площадке</p>
23	<p>Какое мероприятие <b>не</b> применяется при строительстве по I принципу: 1) устройство вентилируемых подполий или холодных первых этажей зданий 2) установка сезоннодействующих охлаждающих устройств 3) устройство теплозащитных экранов 4) замена льдистых грунтов основания талым или непросадочным при оттаивании грунтом</p>
24	<p>При островном и редкоостровном характере распространения вечномерзлых грунтов: 1) мерзлые породы занимают более 95% территории, температура мерзлых грунтов на этих территориях ниже -3°C (<math>T_0 &lt; -3^\circ\text{C}</math>) 2) мерзлые породы занимают 90-95% территории, температура мерзлых грунтов на этих территориях от -0.5 до -3°C (<math>T_0 = -0.5 \dots -3^\circ\text{C}</math>) 3) мерзлые породы занимают 75-90% территории, температура мерзлых грунтов на этих территориях от -0.5 до -3°C (<math>T_0 = -0.2 \dots -2^\circ\text{C}</math>) 4) мерзлые породы занимают 25-75% территории, температура мерзлых грунтов на этих территориях от -0.5 до -3°C (<math>T_0 = -0.2 \dots -2^\circ\text{C}</math>) 5) мерзлые породы занимают менее 25% территории, температура мерзлых грунтов на этих территориях выше -0.2°C (<math>T_0 &gt; -0.2^\circ\text{C}</math>)</p>

25	<p>Как называется форма залегания льда, при которой лед залегаєт слоем сравнительно одинаковой мощности (от нескольких сантиметров до десятков метров):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) пластовая</li> <li>2) линзовидная</li> <li>3) жильная</li> <li>4) клиновидная</li> <li>5) гнездовидная</li> <li>6) натечная</li> </ol>
26	<p>Какие существуют способы прокладки трубопроводов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) забивной, опускной, буроопускной</li> <li>2) ленточный, столбчатый, свайный</li> <li>3) наземный, подземный, надземный</li> <li>4) I, II, III</li> </ol>
27	<p>Крутизну откосов в криолитозоне стремятся назначать максимальной по причине:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) увеличения объемов земляных работ</li> <li>2) для снижения интенсивности теплового воздействия откоса</li> <li>3) для увеличения устойчивости сооружений</li> </ol>
28	<p>Как называется строение мерзлых толщ по вертикали, при котором кровля ВМГ не совпадает с подошвой слоя сезонного промерзания, и между ними находится талый слой</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) вечномерзлые толщы сливающегося типа</li> <li>2) вечномерзлые толщы несливающегося типа</li> <li>3) вечномерзлые толщы слоистого типа</li> </ol>
29	<p>Какой случай <b>не</b> относится к наилучшим мерзлотно грунтовым условиям</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) большая часть трассы проходит по участкам с грунтами I и II категории</li> <li>2) протяженность трассы в пределах бессточных территорий и участков с подземными льдами минимальна</li> <li>3) трасс обходит места расположения наледей, термокарста, бугров пучения, солифлюкции и оползней</li> <li>4) большая часть проходит по участкам с грунтами IV категории</li> </ol>
30	<p>В черте застройки наиболее широко распространена ___ прокладка трубопроводов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) наземная</li> <li>2) подземная</li> <li>3) надземная</li> <li>4) магистральная</li> </ol>

**Задачи:****Задача 1.**

Грузовой автомобиль движется по участку дороги длиной 3 км со скоростью 36 км/ч на третьей передаче в коробке передач. Передаточные числа: коробки передач 2,61, главной передачи 6,87; радиус качения ведущих колёс 0,45 м. Определить число оборотов и частоту вращения вала двигателя.

**Дано:**  $S = 3$  км;  $V_a = 36$  км/ч;  $u_{кIII} = 2,61$ ;  $u_0 = 6,87$ ;  $r_k = 0,45$  м.

**Определить:**  $N_e$ ;  $n_e$ .

**Задача 2.**

Чтобы ведомое колесо, нагруженное нормальной силой 300 кН, катилось с постоянной скоростью, необходимо приложить к его оси толкающую силу 3,6 кН. Динамический радиус колеса 1,22 м. Определить силовую составляющую коэффициента сопротивления качению и момент сопротивления качению.

**Задача 3.**

На устье фонтанной скважины поддерживают напор 85 м, (давление 0,67 МПа). Нефть плотностью  $869 \text{ кг/м}^3$ , кинематической вязкостью  $0,1376 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$  транспортируется в однофазном состоянии по выкидной линии длиной 10000 м, диаметром 311 мм к «Спутнику», находящемуся выше устья скважины на 12 м. Определить пропускную способность выкидной линии.

**Задача 4.**

Дать сравнительную оценку работоспособности двух долот при следующих данных:

- а) первое долото прошло  $h_1 = 70$  м за  $t_{\text{с1}} = 15$  ч;
- б) второе долото прошло  $h_2 = 35$  м за  $t_{\text{с2}} = 7$  ч.

**Задача 5.**

В поглощающей скважине при замерах статический уровень был отмечен на глубине  $H_c = 97$  м от устья, а динамический уровень при работе одного насоса с подачей  $110 \text{ м}^3/\text{ч}$  ( $30,6 \text{ дм}^3/\text{с}$ ) на глубине  $H_d = 81$  м. Определить коэффициент поглощающей способности пласта.

## 4. Рекомендации по самоподготовке к промежуточной аттестации по дисциплине

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как самоконтроль.

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать:

- комплект учебно-методической документации по дисциплине, основную и дополнительную литературу,

- интернет-ресурсы:

<https://grebennikon.ru/> Электронная библиотека Grebennikon

<https://eduvideo.online/> Видеотека «Решение»

<https://icdlib.nspu.ru/> Межвузовская электронная библиотека (МЭБ)

<https://rusneb.ru/> Национальная электронная библиотека