МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет Горный

Кафедра Открытые горные работы

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для студентов заочной формы обучения**

по дисциплине «Термодинамика»

для направления подготовки (специальности) **21.05.04 «Горное дело» специализация «Открытые горные работы»**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Виды занятий | Распределение по семестрам  в часах | | Всего часов |
|  | 7 семестр |
| 1 |  | 3 | 4 |
| Общая трудоемкость |  | 216 | 216 |
| Аудиторные занятия, в т.ч.: |  | 14 | 14 |
| лекционные (ЛК) |  | 6 | 6 |
| практические (семинарские) (ПЗ, СЗ) |  | 8 | 8 |
| лабораторные (ЛР) |  | 0 | 0 |
| Самостоятельная работа студентов (СРС) |  | 166 | 166 |
| Форма промежуточного контроля в семестре\* |  | экзамен | 36 |
| Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) |  | 0 | 0 |

1. **Краткое содержание курса**
   1. **Лекционные занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Модуль | Номер раздела | Содержание лекционных занятий | Форма текущего контроля |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 7 семестр | | | |
| 1 | 1 | Введение  Содержание и задачи курса. | Устный опрос в форме собеседования  Устный опрос в форме собеседования |
| Тема 1. Предмет общего и инженерного мерзлотоведения |
| 2 | Тема 2.Технологическая оценка и область при­ме­не­ния различных способов подготовки. |
| Тема 3. Свойства мерзлых горных пород и их строение |
| Тема 4. Свойства мерзлых горных пород и их строение |
| 2,3 | 3 | Тема 5. Теплофизические основы сезонного промерзания и протаивания |
| Тема 6. Формирование и развитие многолетнемерзлых толщ горных пород |
| Тема 7. Технологические аспекты разупрочнения горных пород |
| 4,5 | 4 | Тема 8. Поверхностная тепловая мелиорация горных пород | Устный опрос в форме собеседования |
| Тема 9. Технология и расчеты естественной оттайки (с удалением и накоплением талого слоя) |
| Тема 10. Технология и расчеты фильтрационно-дренажного оттаивания (ФДО) |
| Тема 11. Технология и расчет фильтрационно-дождевального оттаивания |
| Тема 12. Техника и технология игловой гидрооттайки |
| Тема 13. Проектирование игловой гидрооттайки |
| 6,7 | 5 | 14. Зимние способы оттайки (ЗСО) | Устный опрос в форме собеседования |
| Тема 15. |
| Тема 15. Подземная выплавка серы (ПВС) |

**1.2 Практические (семинарские) занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Модуль | Номер раздела | Содержание практических (семинарских) занятий | Форма текущего контроля |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 7 семестр | | | |
| 1,2 | 1 | Анализ термодинамических систем, обратимые и необратимые процессы | Оценка выполнения практических работ |
| 2 | Технологические аспекты разупрочнения мерзлых пород |
| Сравнительная экономическая эффективность различных способов оттайки мерзлых горных пород |
|  |
| 3,4 | 3 | Расчет теплофизических характеристик горных пород |
| Расчет глубины промерзания пород |
|  |  | Расчет солнечно-радиационного оттаивания мерзлых пород |  |
| Расчет фильтрационно-дренажной оттайки (ФДО) с канавным питанием |
| Расчет ФДО с дождевальным питанием |
| 5,6,7 | 4 | Определение параметров игловой отайки |
| Всего за 7 семестр, час. | | | 8 |

* 1. **Организация самостоятельной работы**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модуль | Номер раздела | Содержание материала выносимого на  самостоятельное изучение (час) | Виды самостоятельной работы |  | |
|  |  | Обоснование структуры теплового баланса, изучение его составляющих (8) | составление и заполнение таблиц |  | |
| 2 | Анализ работ по подготовке мерзлых пород к выемке | подготовка сообщения |  | |
| Анализ работ по подготовке мерзлых пород к выемке | составление вопросов |  | |
| 3 | 4 | Изучение основных принципов управления сезонно-промерзающим и сезонно-оттаивающим слоем | составление и заполнение таблиц |  | |
| Составление проекта игловой гидрооттайки | анализ полученных данных |  | |
| Тепло- и массообмен при сушке горной массы | выполнение проектных заданий |  | |
| Изучение и анализ деятельности мерзлотной службы | анализ полученных данных |  | |
| Рекультивация нарушенных земель (8) | подготовка доклада |  | |
| 4 | 5 | Анализ основных направлений повышения эффективности оттаивания мерзлых горных пород | выполнение проектных заданий |  | |
| Применение автоматизированных систем проектирования оттаивания мерзлах пород | составление конспекта |  | |
| Планирование открытых горных работ (4) | составление и заполнение таблиц |  | |
| *Итого самостоятельная работа студента* *за 7 семестр* (166 час) | | | |  | составление списка литературы | |

**2.Форма текущего контроля**

В процессе обучения студент должен выполнить 6 практических работ. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ВЫБИРАЮТСЯ ПО ПОСЛЕДНЕЙ ЦИФРЕ НОМЕРА ЗАЧЕТНОЙ КНИЖКИ. Всего вариантов 12.

Исходные данные и рекомендации для выполнения практических работ даны в учебном пособии: Ю.В. Субботин, П.Б. Авдеев, М.В. Новичкова «Теплофизические расчеты подготовки мерзлых пород к разработке»

**Практическая работа № 1 «Расчет теплофизических характеристик горных пород»**

**Задание:** Определить теплофизические характеристики горной породы (теплоемкость, коэффициенты теплопроводности и температуропроводности).

**Практическая работа № 2 «Расчет глубины промерзания пород»**

**Задание:** Определить глубину промерзания в естественных условиях, при полном отсутствии снежного покрова, определить толщину искусственной теплоизоляции, построить графики зависимостей, выполнить анализ полученных результатов.

**Практическая работа № 3 «Расчет солнечно радиационного оттаивания мерзлых горных пород»**

**Задание:** Определить глубину оттаивания мерзлых пород при естественном способе при использовании теплопрозрачных пленок. Построить графики зависимости для двух способов оттаивания.

**Практическая работа № 4 «Расчет фильтрационно-дренажного оттаивания с канавным питанием»**

**Задание:** Выполнить расчет ФДО мерзлых горных пород с канавным питанием, определить режим водоснабжения, выполнить анализ полученных результатов.

**Практическая работа № 5 «Расчет фильтрационно-дренажной оттайки с дождевальным питанием фильтрационного потока»**

**Задание:** определить время, необходимое для оттаивания отвала мерзлых пород при ФДО с дождевальным питанием, выполнить анализ полученных результатов.

**Практическая работа № 6 «Расчет параметров игловой гидрооттайки»**

**Задание:** выполнить расчет ИГО мерзлых горных пород, выполнить анализ полученных результатов.

1. **Форма промежуточного контроля**

Формой промежуточного контроля является экзамен в конце 7-го семестра.

Контрольные вопросы для подготовки к экзамену

1. Понятие науки теплотехника и ее связь с другими науками
2. Основные законы термодинамики, параметры и единицы
3. Термодинамическая система, обратимые и необратимые процессы
4. Классификация мерзлых горных пород
5. Объясните, что такое мерзлая зона, ее мощность и понятие талики
6. Каковы параметры температурного поля, формулировка закона Фурье
7. Тепло земных недр
8. Назовите основные теплофизические характеристики горных пород
9. Как определяется глубина промерзания поверхностного слоя горных пород?
10. Что такое тепловой баланс Земли?
11. Объясните структуру теплового баланса
12. Назовите способы оттаивания мерзлых горных пород
13. Охарактеризуйте условия применения различных способов оттайки
14. Что такое сезонная тепловая мелиорация?
15. Назовите основные принципы управления сезонно-промерзающим и сезонно-оттаивающим слоем
16. Охарактеризуйте способы естественной оттайки
17. Основные параметры солнечно-радиационной оттайки
18. Какие покрытия используются для ускорения естественной оттайки
19. Охарактеризуйте основные виды искусственной оттайки
20. Понятие фильтрационно-дренажной оттайки (ФДО)
21. Назовите основные параметры ФДО
22. Виды ФДО
23. Условия применения ФДО
24. Понятие игловой гидрооттайки (ИГО)
25. Назовите параметры игловой гидрооттайки
26. Какие буровые станки и насосы применяются для ИГО?
27. Обоснуйте необходимость и область применения зимних способов оттайки.
28. Общая характеристика способов предохранения пород от промерзания
29. Мерзлотная служба и перспективы повышения оттайки мерзлых пород
30. **Оформление письменной работы**

Оформление письменной практической работы согласно МИ 01-03-2023 Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации.

Практические работы оформляются на формате А-4 в печатной форме шрифтом «Times New Roman» размером 14 пт, междустрочный интервал – полуторный, размеры полей: левое – не менее 30 мм, правое - не менее 10 мм, верхнее – не менее 20 мм, нижнее – не менее 20 мм, абзацный отступ – 1,25 мм.

Титульный лист оформляется в соответствии с приложением 1.

1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**5.1 Основная литература**

1. Брюханов О. Н.  Основы гидравлики и теплотехники : учебник / О. Н. Брюханов, А. Т. Мелик-Аракелян, В. И.Коробко. - 4-е изд., стер. - М. : Академия, 2011. - 240с.
2. Теплотехника : учебник / Шатров Михаил Георгиевич [и др.] ; под ред М.Г. Шатрова. - М. : Академия, 2011. - 288с.
3. Боровков В. М.   Теплотехническое оборудование : учебник / В. М. Боровков, А. А. Калютик, В. В. Сергеев. - М. : Академия, 2011. - 192с.
4. Жоу Д. Расширенная необратимая термодинамика / Д. Жоу, Х. Касас-Баскес, Дж. Лебон. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. – 528 с.
5. Гончаров С.А. Термодинамика. - М.: изд. Моск. гос. Горного ун-та, 2001. – 441 с.
6. Пригожин И. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур / И. Пригожин, Д. Кондепуди // Пер. с англ. Ю.А. Данилова и В.В. Белого. – М.: Мир, 2002. – 461 с.

**5.2 Дополнительная литература**

1. Базаров И.П. Термодинамика. - М.: Высшая шк., 1991. – 344 с. .
2. Кудинов В.А. Техническая термодинамика / В.А. Кудинов, Э.М.Карташов.- М.: Высшая шк., 2000. – 261 с.
3. Черняк А.С. Процессы растворения. - Иркутск, 1998. – 124

**Собственные учебные пособия**

1. Ю.В.Субботин, П.Б.Авдеев, М.В.Новичкова «Теплофизические расчеты подготовки мерзлых горных пород к разработке». – Чита, РИК ЧитГУ 2010.- 157 с.

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

* + - 1. Стратонович Р.Л. [Нелинейная неравновесная термодинамика / Р.Л. Стратонович.](http://books.prometey.org/download/15051.html) – М.: Наука, 1985. – 480 с.
      2. Российское образование [Электронный ресурс] : [Теплотехника и термодинамика: решения задач и примеры выполнения технических расчетов](http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=visit&lid=81807) .- Режим доступа : WWW. URL: <http://www.x-term.ru.->

Ведущий преподаватель Ст. преподаватель М.В.Новичкова

Заведующий кафедрой Якимов А.А.

Приложение1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кафедра\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

по дисциплине: «Термодинамика»

Вариант №\_\_\_\_\_\_\_

Выполнил ст. гр. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(группа)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(фамилия, инициалы)

Проверил\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(должность, ученая степень, звание, фамилия,

инициалы)

Чита 20\_\_