

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор С.Г. Гендлер

Проректор по
образовательной деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕПЛОТЕХНИКА

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.04 «Горное дело»
Направленность (профиль):	Технологическая безопасность и горноспасательное дело
Квалификация выпускника:	Горный инженер (специалист)
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Афанасьев П.И.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности 21.05.04 «Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 987 от 12.08.2020;

- на основании учебного плана специалитета по специальности: 21.05.04 «Горное дело», направленность (профиль) «Технологическая безопасность и горноспасательное дело».

Составитель _____ к.т.н., доцент П.И.Афанасьев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Безопасности производств от 01.02.2022 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., профессор С.Г. Гендлер

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. П.В. Иванова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Теплотехника»: формирование у студентов базовых знаний в области механизма протекания тепловых процессов, подготовка выпускников к решению профессиональных задач, связанных с обеспечением температурного режима в горных выработках, формирование у студентов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественно-научного мышления, ознакомление с методологией научных исследований.

Основные задачи дисциплины «Теплотехника»:

- теоретическое и практическое освоение основных понятий и закономерностей явлений переноса тепловой энергии в газах, жидкостях и твердых телах;
- формирование знаний, навыков и умения обобщенного аналитического и модельного описания явлений теплообмена;
- экспериментальная оценка и практическая реализация сложных процессов переноса энергии, теплопроводности и теплопередачи, необходимых для разработки эффективных решений в технологических процессах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теплотехника» относится к части, формируемая участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.04 Горное дело», изучается в 5 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теплотехника» являются «Физика», «Математика».

Дисциплина «Теплотехника» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Промышленная безопасность», «Проектирование вентиляции горных предприятий».

Особенностью дисциплины «Теплотехника» является комплексность изучения вопросов теплопроводности, конвективного теплообмена и излучения в горных выработках. Данный подход позволяет обеспечить оптимальный температурный режим в горных выработках, обеспечить безопасные условия работ для персонала.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Теплотехника» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен выполнять научно-исследовательскую работу, анализировать, обрабатывать, обобщать и защищать полученные результаты	ПКС-2	ПКС-2.1. Знать специализированные программные продукты, приборы и оборудование для решения исследовательских задач. ПКС-2.2. Уметь обрабатывать данные, полученные в результате научно-исследовательской работы; применять математические модели объектов профессиональной деятельности. ПКС-2.3. Владеть навыками анализа, обобщения, систематизации и интерпретации данных, полученных в результате научно-исследовательской работы, для их защиты в рамках выпускной квалификационной работы (проекта)

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен обосновывать принципы, методы и режимы работы средств защиты и систем безопасности, используемых на горных предприятиях, в штатных и чрезвычайных ситуациях, регламентировать эксплуатацию защитной и спасательной техники.	ПКС-4	<p>ПКС-4.1. Знать существующие средства защиты и системы безопасности, эффективность и сферы их применения на горных предприятиях, условия хранения, контроля их работоспособности; организационные, технические и экономические основы разработки средств защиты и систем безопасности, используемых на горных предприятиях, в штатных и чрезвычайных ситуациях; методы предотвращения и ликвидации последствий аварий и катастроф на горных предприятиях; основные образцы защитной, спасательной и противопожарной техники</p> <p>ПКС-4.2. Уметь разрабатывать и обосновывать принципы, методы и режимы работы средств защиты и систем безопасности, используемых на горных предприятиях, в штатных и чрезвычайных ситуациях; осуществлять регламентацию эксплуатации защитной и спасательной техники; разрабатывать и реализовывать мероприятия по безопасному ведению горных работ в сложных горно-геологических условиях, в штатных и чрезвычайных ситуациях.</p> <p>ПКС-4.3. Владеть навыками разработки и обоснования принципов, методов и режимов работы средств защиты и систем безопасности, используемых на горных предприятиях, в штатных и чрезвычайных ситуациях; навыками регламентации эксплуатации защитной и спасательной техники; навыками разработки и реализации мероприятий по безопасному ведению горных работ в сложных горно-геологических условиях, в штатных и чрезвычайных ситуациях.</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет **3** зачетные единицы, **108** ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		6
Аудиторные занятия, в том числе	68	68
Лекции	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	4	4
Подготовка к практическим занятиям	4	4
Промежуточная аттестация: экзамен	Э (36)	Э (36)
Общая трудоемкость дисциплины	-	-
ак. час	108	108
зач. ед.	3	3

4.2. Содержание разделов дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплин и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
Раздел 1. «Введение. Основы термодинамики»	10	6	4	-	-
Раздел 2. «Теплопроводность»	14	6	8	-	-
Раздел 3. «Конвективный теплообмен Теплообмен излучением»	16	8	8	-	2
Раздел 4. «Теплообменные аппараты»	10	4	4	-	-
Раздел 5. «Теплофизические процессы в горных выработках»	22	10	10	-	2
Итого:	72	34	34	-	4

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Раздел	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Основные понятия и исходные положения термодинамики. Первый и второй законы термодинамики. Основные термодинамические процессы, термодинамические циклы	6
2.	Раздел 2	Закон Фурье. Коэффициенты теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Граничные условия 1, 2 и 3 рода. Теплопроводность в плоской стенке при граничных условиях 1-го рода. Многослойная стенка, термическое сопротивление теплопроводности. Теплопроводность цилиндрической стенки. Теплоотдача. Коэффициент теплоотдачи, термическое сопротивление теплоотдачи. Числа Фурье, Био.	6
3.	Раздел 3	Термическое сопротивление теплопередачи для плоской, многослойной и цилиндрической стенки. Критический диаметр цилиндрической стенки. Принцип выбора и расчета тепловой изоляции. Методы интенсификации процесса теплопередачи. Сущность конвективной теплоотдачи, факторы, определяющие его значение, свободная и вынужденная конвекция. Гидродинамическая структура потока. Понятие о тепловом излучении. Законы теплового излучения.	8
4.	Раздел 4	Классификация теплообменных аппаратов. Основы теплового расчета теплообменников рекуперативного и регенеративного типа. Конструктивный и поверочный расчет.	4

5.	Раздел 5	Тепловой режим в горных выработках – классификация. Влияние тепловых процессов на эффективность горных работ и безопасность. Особенности протекания тепловых процессов в глубоких шахтах и в криолитозоне. Способы и средства регулирования теплового режима в выработках. Методы прогноза и оценки теплового режима.	10
Итого:			34

4.2.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Определение термодинамических параметров. Параметры идеального газа.	2
2.	Раздел 1	Изопроцессы. Второй закон термодинамики. Циклы идеального газа.	2
3.	Раздел 2	Определение глубины промерзания пород в зимний период	2
4.	Раздел 2	Теплопроводность через плоские и цилиндрические однослойные и многослойные стенки	4
5.	Раздел 2	Расчет теплофизических свойств горных пород	2
6.	Раздел 3	Теплообмен при вынужденной конвекции и при свободной конвекции	4
7.	Раздел 3	Расчет параметров излучения для различных излучающих тел	4
8.	Раздел 3	Расчет параметров излучения для различных излучающих тел	2
9.	Раздел 4	Расчет параметров теплообменных аппаратов	4
10.	Раздел 5	Построение геотемпературного поля	4
11.	Раздел 5	Расчет температурного поля в горных выработках	4
Итого:			34

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные занятия не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации - являются одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа - направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, а также выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Введение. Основы термодинамики.

1. Расскажите о законах идеального газа.
2. Дать определения понятиям «теплота» и «работа».
3. Назвать основные экстенсивные и интенсивные параметры.
4. Дать определение понятию «Фазовые переходы».
5. Назовите термодинамические процессы.
6. Что такое необратимые процессы?
7. Назовите законы идеальных газов.
8. Назовите ученых, установивших закон идеального газа.
9. Дать определение закону Авагадро.
10. Дать понятие температуре.
11. В чем смысл закона Ван-дер-Ваальса?

Раздел 2. Теплопроводность.

1. Дайте определение стационарному температурному полю.
2. Назовите, кто получил формулу для закона по теплопроводности.
3. Назовите материалы, которые используются для сохранения тепла.
4. Физический смысл коэффициента теплопроводности.
5. Что называют тепловым потоком?
6. Что называют температурным полем?
7. Какие тела рассматриваются при распространении температуры?
8. Дайте определение температурному градиенту.
9. Дайте определение изотермической поверхности.
10. Какой смысл коэффициента теплопроводности?

Раздел 3. Конвективный теплообмен. Теплообмен излучением.

1. Дать определение конвективного теплообмена.
2. Назовите, кто получил формулу для конвективного теплообмена.
3. От чего зависит коэффициент теплоотдачи?
4. Дайте определение теплового пограничного слоя.
5. Назовите условия однозначности.
6. Что характеризуют геометрические условия?
7. Что характеризуют граничные условия.
8. Назовите граничные условия первого рода.
9. Назовите граничные условия третьего рода.
10. Расскажите закон Ньютона-Рихмана.
11. Назовите законы теплообмена излучением

Раздел 4. Теплообменные аппараты.

1. Какие виды теплообменных аппаратов известны?
2. Какая особенность при расчете температуры теплообменного аппарата?

3. Как изменяются параметры теплоносителей при использовании различных схем движения жидкостей?
4. В каких областях горного дела применяются теплообменные аппараты?
5. Как учитывается прямоток или противоток теплоносителей?
6. Как определяется термическое сопротивление?
7. Как определяется коэффициент теплопередачи?
8. Дать определение нормализованному теплообменному аппарату
9. Указать границы применимости формулы термическое сопротивление.
10. Дать определение большому температурному напору.
11. Дать определение малому температурному напору.

Раздел 5. Теплофизические процессы в горных выработках.

1. Назовите критерии подобия
2. Как осуществляется регулирование теплового режима?
3. Назовите горнотехнические способы нормализации тепловых условий.
4. Дайте определение нестационарного теплообмена.
5. Расскажите механизм теплопроводности монолитных горных пород с позиции квантовой теории
6. Что такое биминеральная смесь горной породы?
7. Как изменяется температура пород с глубиной, чем это вызвано?
8. Для шахт и рудников какие рекомендуется использовать калориферы и почему?
9. Какой критерий позволяет учесть защитные действия теплоизоляции в выработке?
10. Какие источники тепловыделения имеются в горных выработках?

6.2. Оценочные средства для контроля СРС и проведения промежуточной аттестации

6.2.1. Примерный перечень вопросов:

1. Дать определения понятиям «теплота» и «работа».
2. Назвать основные экстенсивные и интенсивные параметры.
3. Дать определение понятию «Фазовые переходы».
4. Назовите термодинамические процессы.
5. Дайте определение стационарному температурному полю.
6. Назовите, кто получил формулу для закона по теплопроводности.
7. Назовите материалы, которые используются для сохранения тепла.
8. Физический смысл коэффициента теплопроводности.
9. Что называют тепловым потоком?
10. Что называют температурным полем?
11. Какие тела рассматриваются при распространении температуры?
12. Дайте определение температурному градиенту
13. Дать определение конвективного теплообмена.
14. Назовите, кто получил формулу для конвективного теплообмена.
15. От чего зависит коэффициент теплоотдачи?
16. Дайте определение теплового пограничного слоя.
17. Назовите условия однозначности для теплообменных процессов.
18. Какая особенность при расчете температуры теплообменного аппарата?
19. Что такое биминеральная смесь горной породы?
20. В каких областях горного дела применяются теплообменные аппараты?
21. Как учитывается прямоток или противоток теплоносителей?
22. Назовите критерии подобия
23. Как осуществляется регулирование теплового режима?
24. Назовите горнотехнические способы нормализации тепловых условий.

25. Дайте определение нестационарного теплообмена.
26. Что понимается под водяным эквивалентом?
27. Дать определение температурному напору.
28. Дать определение изотермической поверхности
29. Дать определение нормализованному теплообменному аппарату.
30. Какой физический смысл заложен в коэффициенте теплоотдачи?
31. Дать определение селективному излучению.
32. Дать определение полному лучистому потоку
33. Сформулируйте первую, вторую и третью теорему подобия.
34. Что такое геометрическое подобие?
35. Назовите положения подобия физических явлений?

6.2.2. Примерные тестовые задания

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1	Термодинамические системы могут быть:	<ol style="list-style-type: none"> 1. интенсивные и экстенсивные 2. гомогенные и гетерогенные 3. равновесные и неравновесные 4. стационарные и нестационарные
2	Состояние термодинамической системы определяется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. показателями состояния 2. коэффициентами состояния 3. параметрами состояния 4. элементами состояния
3	В уравнение состояния Менделеева - Клапейрона входят:	<ol style="list-style-type: none"> 1. температура, давление, удельный объем 2. универсальная газовая постоянная, энтальпия, энтропия 3. температура, эксергия, влажность 4. температура, влагосодержание, энтальпия
4	Графической интерпретацией уравнения состояния вещества в общем виде является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. термодинамический процесс 2. термодинамическая кривая 3. термодинамическая поверхность 4. точка на термодинамической поверхности
5	Закон Шарля может быть выведен из закона Менделеева – Клапейрона при:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $T=\text{const}$ 2. $P=\text{const}$ 3. $V=\text{const}$ 4. $R=\text{const}$
6	Круговой цикл, при котором работа цикла положительна (тепловой цикл), совершается, если:	<ol style="list-style-type: none"> 1. кривая расширения рабочего тела находится ниже кривой сжатия 2. кривая расширения выше кривой сжатия 3. кривая расширения совпадает с кривой сжатия 4. кривая расширения может быть ниже или выше кривой сжатия

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
7	В плоской системе координат уравнение состояния вещества может быть представлено в виде:	<ol style="list-style-type: none"> линейной зависимости экспоненциальной зависимости диаграммы состояния номограммы состояния
8	Внутренняя энергия U вещества складывается из:	<ol style="list-style-type: none"> энергии поступательного и вращательного движения молекул (а) энергии внутримолекулярных колебаний (в) потенциальной энергии сил взаимодействия между молекулами (с) $a+v+c$
9	Удельная внутренняя энергия термодинамической системы U зависит:	<ol style="list-style-type: none"> от параметров состояния от пути изменения параметров состояния от совершаемой телом работы от совершаемой над телом работы
10	В соответствии с 1-м законом термодинамики, подведенное к телу тепло dQ затрачивается на:	<ol style="list-style-type: none"> изменение внутренней энергии dU (а) работу расширения тела dA (в) другие виды работы dA_p (с) $a+v+c$
11	Термодинамический процесс характеризует:	<ol style="list-style-type: none"> совокупность изменяющихся состояний т.-д. системы совершение работы системой перенос теплоты от внешнего источника к системе равновесное состояние системы
12	Термодинамический процесс, в котором отсутствует теплообмен системы с окружающей средой, называется:	<ol style="list-style-type: none"> изобарный изохорный изотермический адиабатный
13	Все реальные (самопроизвольные) термодинамические процессы:	<ol style="list-style-type: none"> равновесные обратимые необратимые адиабатные
14	Сумма изменения полной внутренней энергии dU и совершаемой системой внешней работы dA называется:	<ol style="list-style-type: none"> энтропией dS энтальпией dI инверсией $-dH$ инсоляцией dH
15	Теплота, подведенная к телу, равна:	<ol style="list-style-type: none"> разности энтальпий в процессе (dI) располагаемой работе в процессе (dL) изменению внутренней энергии (dU) $dI+dL+dU$
16	Изобарная C_p и изохорная C_v теплоемкости для идеальных газов связаны уравнениями:	<ol style="list-style-type: none"> $C_p - C_v=R$ $C_p \cdot dT=C_v \cdot dT$ $C_p=\ln C_v$ $C_p/C_v=PdV$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
17	Энтропия характеризует изменение тепловой энергии рабочего тела в функции температуры и равна:	1. $S = \int_1^2 dq/dT$ 2. $S = \int_1^2 dq/T$ 3. $S = \int_1^2 pdv/T$ 4. $S = \int_1^2 CdT$
18	Расчет теплопроводности минералов производится по формуле, определенной как:	1. эффект Доплера 2. эффект Планка 3. эффект Джоуля-Томсона 4. эффект Миснара
19	Адиабатный процесс происходит	1. При постоянном давлении 2. При постоянном объеме 3. При постоянной работе 4. Без подвода и отвода теплоты
20	Уравнение объединенного закона термодинамики имеет вид:	1. $dq = Tds$ 2. $Tds \geq dU + dA + dA_p$ 3. $ds \geq 0$ 4. $ds \geq dq/T$

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Каким выражением определяется полный тепловой поток (закон Ньютона-Рихмана) в процессах конвективного теплообмена?	1. $\alpha F(t_{ст} - t_{ж});$ 2. $\lambda F(t_{ст} - t_{ж});$ 3. $kF(t_{ж1} - t_{ж2});$ 4. $k(t_{ж1} - t_{ж2});$
2.	При каком значении показателя n уравнение $pV^n = const$ является уравнением изотермического процесса?	1. $n = 0;$ 2. $n = 1;$ 3. $n = \infty;$ 4. $n = -\infty$
3.	Вектор градиента температур направлен ...	1. по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры; 2. по касательной к изотерме; 3. по касательной к изотермам в сторону уменьшения расстояния между ними; 4. по нормали к изотермич. поверхности в сторону убывания температуры
4.	Полное количество теплоты, прошедшее за время x через изотермическую поверхность F , m^2 измеряется в ...	1. m^2/c 2. $Вт/m^2$ 3. джоулях 4. Дж/с

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
5.	Реальная жидкость отличается от идеальной свойством...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пластичности 2. Жесткости 3. Вязкости 4. Упругости
6.	Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье позволяет:	<ol style="list-style-type: none"> 1. решать задачи теплообмена газов 2. решать задачи массопереноса в горных породах 3. решать задачи формирования температур 4. описать в общей форме процессы переноса тепла в твердом теле 5. получить условие равновесия фаз
7.	Большим значением коэффициента температуропроводности обладают...	<ol style="list-style-type: none"> 1. газы 2. жидкости 3. металлы 4. горные породы
8.	Мерой теплоинерционных свойств является ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. коэффициент температуропроводности 2. коэффициент теплопроводности 3. коэффициент вязкости 4. плотность
9.	Частные особенности, дающие совместно с дифференциальным уравнением полное математическое описание конкретного процесса теплопроводности называются условиями	<ol style="list-style-type: none"> 1. начальными 2. геометрическими 3. граничными 4. краевыми
10.	Для описания процесса теплообмена между поверхностью тела и средой используется закон	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дьюлонга-Пти 2. Фика 3. Ньютона-Рихмана 4. Ламберта
11.	Коэффициент теплопроводности воздуха (Вт/м·К) близок к значению:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,05 2. 0,5 3. 2,0 4. 5,0
12.	Какова связь между коэффициентом температуропроводности и теплопроводности горной породы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. отсутствует 2. равны 3. прямая пропорциональная зависимость 4. обратная пропорциональная зависимость
13.	Какие тела имеют степень черноты $\epsilon=1$?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Абсолютно белые 2. Прозрачные 3. Серые 4. Абсолютно черные

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
14.	Тепловой поток на границе флюида и твердого тела пропорционален:	1. коэффициенту теплопроводности λ 2. коэффициенту теплоотдачи a 3. разности температур стенки и флюида ($t_{ст} - t$) 4. коэффициенту теплоотдачи a и ($t_{ст} - t$)
15.	Глубина гелиотермозоны (сезонных изменений температуры) находится в пределах:	1. (0 - 5)м 2. (5 - 10)м 3. (10 - 30)м 4. (30 - 100)м
16.	При каком значении показателя n уравнение $pV^n = const$ является уравнением изобарного процесса?	1. $n = 0$; 2. $n = 1$; 3. $n = \infty$; 4. $n = -\infty$
17.	Какое тело подчиняется уравнению Ван-дер-Ваальса?	1. Идеальный газ 2. Реальный газ 3. Идеальная жидкость 4. Реальная жидкость
18.	Геометрическое место точек, соответствующее сухому насыщенному пару, называется:	1. нижняя пограничная кривая парообразования 2. критическая точка 3. тройная точка 4. область влажного насыщенного пара
19.	Функцией какого параметра является давление насыщенного водяного пара в атмосфере?	1. давления 2. влагосодержания 3. температуры и давления 4. температуры, влагосодержания, давления
20.	Расчет теплопроводности минералов производится по формуле, определенной как:	1. эффект Доплера 2. эффект Планка 3. эффект Джоуля-Томсона 4. эффект Миснара

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	По прямому термодинамическому циклу работают ...	1. Тепловые двигатели 2. Холодильные машины 3. Тепловые насосы 4. Компрессоры
2.	Заданное распределение температуры в массиве до начала процесса теплообмена называется	1. геометрические условия 2. физические условия 3. начальные (временные) условия 4. граничные условия
3.	Укажите физический смысл коэффициента теплоотдачи a .	1. Способность тела проводить теплоту 2. Интенсивность теплообмена между поверхностью и омывающей средой 3. Способность выравнять

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		температуру 4. Скорость изменения температуры
4.	Какая величина численно равна работе расширения одного моля идеального одноатомного газа в изобарном процессе при увеличении температуры на 1 К?	1. коэффициент Больцмана 2. универсальная газовая постоянная Менделеева - Клайперона 3. универсальная газовая постоянная; 4. показатель политропы
5.	Граничные условия первого рода задаются:	1. распределением температуры в функции координат и времени 2. распределением тепловых потоков на границе раздела сред 3. плотностью теплового потока на поверхности тела 4. равенством тепловых потоков флюида и тела на границе раздела сред
6.	Распределение температуры в цилиндрической стенке подчиняется ... закону	1. логарифмическому 2. линейному 3. гиперболическому 4. экспоненциальному
7.	Уравнение неразрывности (сплошности) является математическим выражением закона...	1. сохранения энергии 2. сохранения массы 3. Паскаля 4. Архимеда
8.	Что влияет на естественную температуру горного массива T_c ?	1. плотность, скорость и геометрические параметры 2. шероховатость стенок 3. глубина работ 4. плотность, скорость, шероховатость, геометрические параметры
9.	Превышение давления в данной точке над атмосферным называется...	1. абсолютным давлением 2. вакуумом 3. гидростатическим давлением 4. манометрическим давлением
10.	При оросительном охлаждении воздуха до какой температуры можно его охладить?	1. до нуля градусов Цельсия 2. до температуры воды 3. до температуры стенок выработки 4. до температуры изоэнтальпийного насыщения пара
11.	В соответствии с 1-м законом термодинамики, подведенное к телу тепло dQ затрачивается на:	1. изменение внутренней энергии dU ; 2. работу расширения тела dA ; 3. другие виды работы dA_p ; 4. 1+2+3
12.	Термический КПД теплового двигателя определяется отношением	1. $\eta_t = Q_2/L_{ц}$ 2. $\eta_t = L_{ц}/Q_1$ 3. $\eta_t = Q_2/Q_1$ 4. $\eta_t = L_{ц}/Q_2$
13.	Все реальные (самопроизвольные) термодинамические процессы:	1. равновесные 2. неравновесные 3. обратимые

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. необратимые 5. адиабатные
14.	Из приведенных значений тройной точки выберите значения её для воды	1. $T_T=216$ К, $P_T=518000$ Па 2. $T_T=54,33$ К, $P_T=1,52$ Па 3. $T_T=63,15$ К, $P_T=12530$ Па 4. $T_T=273,15$ К, $P_T=610,6$ Па
15.	Какова связь коэффициента температуропроводности породы с её плотностью?	1. обратная пропорциональная зависимость 2. равны 3. логарифмическая зависимость 4. прямая пропорциональная зависимость
16.	Принимается, что на глубине гелиотермозоны амплитуда колебаний не превышает ... °С	1. 2 2. 1 3. 0,1 4. 0,5
17.	Плотность (кг/м^3) дистиллированной воды при $T=277$ К и $P=101,3$ кПа равна...	1. 10 2. 100 3. 500 4. 1000
18.	Утверждение, что плотность теплового потока пропорциональна градиенту температуры является содержанием закона...	1. Планка 2. Фика 3. Фурье 4. Дарси
19.	Условия, при которых задаются значения теплового потока для каждой точки поверхности тела и любого момента времени в виде $q_{\Pi}=f(x, y, z, \tau)$ называются ...	1. граничными I рода 2. граничными II рода 3. граничными III рода 4. граничными IV рода
20.	Для многослойной стенки температурная кривая при условии $\lambda_i=\text{const}$ представляет собой ...	1. прямую 2. ломаную линию 3. экспоненту 4. параболу

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.2.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
		в ответе на вопрос	
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Андреев В.В. Теплотехника [Электронный ресурс]: Учебник/ Андреев В.В., Лебедев В.А., Спесивцев Б.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2016.— 288 с. Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71706>

2. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 172 с. Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=22626>

3. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть II. Математическое моделирование процессов теплопроводности в многослойных ограждающих конструкциях [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 422 с. Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=22627>

4. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс] / Замалеев З.Х., Посохин В.Н., Чифанов В.М. / Спб.: Лань, 2014, 352 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/39146>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Круглов, Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 208 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3900>

2. Теория теплообмена. Учебник для технических университетов и вузов / С.И. Исаев, И.А. Кожинов, В.И. Кофанов и др.; Под ред. А.И. Леонтьева – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997, 683 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Техническая термодинамика и теплотехника [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017.— 107 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=75606>.

2. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Механика жидкостей и газов. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] / Арутюнов В.А., Капитанов В.А., Левицкий И.А., Шибалов С.Н./ М.: Издательство "МИСИС", 2007, 85 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1813?category_pk=933

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Система ГАРАНТ: информационный правовой портал [Электронный ресурс]. – Электр.дан. <http://www.garant.ru/>

2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. www.consultant.ru/

3. ЭБС издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>.

4. ЭБС «Библиоклуб» <http://biblioclub.ru/>

5. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru

6. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт». <http://rucont.ru/>

7. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

8. Единая общероссийская справочно-информационная система по охране труда <http://akot.rosmintrud.ru/>

9. Сайт Евразийской экономической комиссии: <http://www.eurasiancommission.org/>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Материально-техническое оснащение аудиторий

Аудитории для проведения лекционных занятий

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Основная лекционная аудитория включает 36 посадочных мест и имеет:

Мебель:

Стол аудиторный – 18 шт., стол преподавательский – 1 шт., стул – 40 шт., трибуна – 1 шт., шкаф преподавателя ArtM – 1 шт.

Компьютерная техника:

Видеопрезентер Elmo P-30S – 1 шт., доска интерактивная Polyvision evo 2610A – 1 шт., источник бесперебойного питания Powerware 5115 750i – 1 шт., коммутатор Kramer VP-201 – 1 шт., компьютер CompuMir – 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», масштабатор Kramer VP-720x1 – 1 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 506 – 1 шт., монитор ЖК «17» Dell – 2 шт., мультимедиа проектор Mitsubishi XD221-ST – 1 шт., пульт управления презентацией Interlink Remote Point Global Presenter – 1 шт., рекордер DVDLGHDR899 – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln – 1 шт., устройство светозащитное – 3 шт., крепление SMS Projector – 1 шт.

Лаборатории оснащены мебелью и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело»:

Аудитории для проведения практических занятий

16 посадочных мест

Стол пристенный – 14 шт., стол аудиторный – 4 шт., стол для компьютера ЛАБ-1200 – 1 шт., стол лабораторный рабочий – 2 шт., стол конференц - 200×100×75– 1 шт., стол SS 16 NF 160×80 – 1 шт., кресло для преподавателя – 1 шт., стул – 40 шт.,

стеллаж к пристенному столу 1500*230*1240 – 14 шт., стеллаж закрытый КД-152 – 2 шт., шкаф для лабораторной посуды 800*565*2100 стекл.двери – 1 шт.

доска магнитная (фломастер) – 1 шт., колонки Creative I-Trigue L3800 – 1 шт., экран проекционный настенный – 1 шт., экран с пультом настенный выдвижной Draper с ИК пультом управления с электроприводом – 1 шт., доска под маркер мобильная флипчарт 90*120 – 1 шт., устройство светозащитное – 2 шт., плакаты в рамках – 13 шт.

Системный блок Ramec Storm – 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», монитор ЖК 17// Dell E177FP – 1 шт.,

8.2 Помещения для самостоятельной работы:

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
- Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.
- Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011;
- Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010;
- CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»;
- Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1;
- Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО);
- Quantum GIS (свободно распространяемое ПО);
- Python (свободно распространяемое ПО);
- R (свободно распространяемое ПО),
- Rstudio (свободно распространяемое ПО);
- SMath Studio (свободно распространяемое ПО);
- GNU Octave (свободно распространяемое ПО); Scilab (свободно распространяемое ПО).

8.3 Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)
- Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4 Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7 Professional (Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования, ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники», ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования», ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования», ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования».

2. Microsoft Office 2007 Standard (Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007).

3. Microsoft Windows XP Professional (Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003, Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003, Microsoft Open License 16396212 от 15.05.2003, Microsoft Open License 16735777 от 22.08.2003, Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009, ГК № 797-09/09 от 14.09.09 "На поставку компьютерного оборудования", ГК № 1200-12/09 от 10.12.09 "На поставку компьютерного оборудования", ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 "На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения", ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008 "На поставку программного обеспечения".