

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 М.Л. Рудаков

Проректор по
образовательной деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕПЛОФИЗИКА

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	20.03.01 «Техносферная безопасность»
Направленность (профиль):	Безопасность технологических процессов и производств
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Афанасьев П.И.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Теплофизика» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», утвержденного приказом Минобрнауки России № 680 от 25.05.2020;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность», направленность (профиль) «Безопасность технологических процессов и производств».

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Безопасности производств от 18.01.2021 г., протокол № 12.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., Рудаков М.Л.
профессор

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования,
аккредитации и контроля качества
образования Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического
обеспечения учебного процесса к.т.н. А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Теплофизика»: 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 «Теплофизика»:

- 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 «Теплофизика» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, изучается в 6 семестре.

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

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

Особенностью дисциплины «Теплофизика» 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 «Теплофизика» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной	ОПК-1	ОПК-1.1. Знать: основные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанных с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека. ОПК-1.2. Уметь: работать самостоятельно и пользоваться глобальными информационными ресурсами в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий;

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека		применять современные средства коммуникаций и анализировать получаемую информацию. ОПК-1.3. Владеть: основными программными средствами, навыками работы с информацией из различных источников, измерительной и вычислительной техникой, при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет **4** зачетные единицы, **144** ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		6
Аудиторные занятия, в том числе	72	72
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	36	36
Выполнение курсовой работы	20	20
Подготовка к практическим занятиям	16	16
Промежуточная аттестация: экзамен	Э(36)	Э(36)
Общая трудоемкость дисциплины	-	-
ак. час	144	144
зач. ед.	4	4

4.2. Содержание разделов дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, курсовая работа 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»	16	6	6	4	-
Раздел 2. «Теплопроводность»	30	8	4	6	12
Раздел 3. «Конвективный теплообмен Теплообмен излучением»	24	8	6	-	10
Раздел 4. «Теплообменные аппараты»	10	4	2	-	4
Раздел 5. «Теплофизические процессы в горных выработках»	28	10	-	8	10
Итого:	108	36	18	18	36

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:			36

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Определение параметров идеального газа.	2
2.	Раздел 1	Изопроцессы. Второй закон термодинамики. Циклы идеального газа.	4
3.	Раздел 2	Теплопроводность через плоские и цилиндрические однослойные и многослойные стенки	4
4.	Раздел 3	Теплообмен при вынужденной конвекции и при свободной конвекции	4
5.	Раздел 3	Расчет параметров излучения для различных излучающих тел	2
6	Раздел 4	Расчет основных параметров теплообменных аппаратов	2
Итого:			18

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика практических работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Определение термодинамических параметров.	4
2.	Раздел 2	Определение глубины промерзания пород в зимний период	4
3.	Раздел 2	Расчет теплофизических свойств горных пород	2
4.	Раздел 5	Построение геотемпературного поля	4
5.	Раздел 5	Расчет температурного поля в горных выработках	4
Итого:			18

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Произвести теплотехнический расчёт ограждающих конструкций многоэтажного жилого дома в соответствии с заданным районом строительства и строительными материалами. По результатам работы определить: расчетное сопротивление теплопередаче; сопротивление отдельных слоев наружной стены и толщину теплоизоляционного слоя конструкции; рассчитать фактическое сопротивление теплопередаче и коэффициент теплопередачи.

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.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

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:

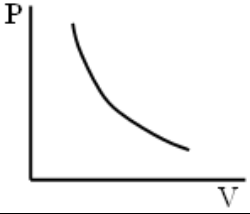
1. Дать определения понятиям «теплота» и «работа».
2. Назвать основные экстенсивные и интенсивные параметры.
3. Дать определение понятию «Фазовые переходы».
4. Назовите термодинамические процессы.
5. Дайте определение стационарному температурному полю.
6. Назовите, кто получил формулу для закона по теплопроводности.
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. Объясните зависимость тепловых потерь трубопровода от толщины слоя изоляции.
27. Назовите положения подобия физических явлений.
28. Зачем определяют числа подобия?
29. Сформулируйте вторую теорему подобия.
30. Дать определение закону смещения Вина.
31. Дать определение закону Стефана-Больцмана.
32. Назовите основные числа подобия для тепловых процессов.
33. Какая безразмерная величина описывает конвективный теплообмен?
34. Назовите преимущества и недостатки регенеративного теплообменного аппарата.
35. Дать определение температурному напору.

6.2.2. Примерные тестовые задания

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1	Гомогенная термодинамическая система это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. система, химический состав и физические свойства которой одинаковы во всех ее частях или монотонно (без скачков) изменяются от точки к точке; 2. система, которая состоит из двух или более гетерогенных областей; 3. система, физические свойства которой скачкообразно изменяются от точки к точке; 4. система, химический состав которой скачкообразно изменяются от точки к точке.
2	К интенсивным параметрам состояния относятся:	<ol style="list-style-type: none"> 1. параметры, не зависящие от количества вещества; 2. параметры, зависящие от количества вещества; 3. все параметры состояния; 4. объем, масса, теплоемкость.
3	По температурной шкале Цельсия температура абсолютного нуля соответствует:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $-273,15^{\circ}$ 2. $-459,67^{\circ}$; 3. $-218,52^{\circ}$; 4. 0°.
4	Какое из перечисленных ниже понятий не является параметром состояния рабочего тела?	<ol style="list-style-type: none"> 1. давление; 2. внутренняя энергия; 3. температура; 4. теплота.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
5	Идеальный газ – это тот газ, у которого	<ol style="list-style-type: none"> 1. можно пренебречь взаимодействием между молекулами и размерами молекул; 2. среднее расстояние между молекулами примерно равно диаметру молекулы; 3. скорости всех молекул одинаковы; 4. можно пренебречь взаимодействием между молекулами, но необходимо учитывать объем, занимаемый собственно молекулами.
6	Какой процесс в газе в координатах P-V показан на диаграмме? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. изохорный; 2. изобарный; 3. изотермический; 4. адиабатный.
7	При каком значении показателя n уравнение $pV^n = \text{const}$ является уравнением изотермического процесса?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $n=0$; 2. $n=1$; 3. $n=\infty$; 4. $n=-\infty$
8	Холодильный коэффициент обратного цикла Карно определяется выражением :	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\varepsilon_{\kappa} = \frac{\ell_{\text{цикла}}}{q_2} = \frac{q_1 - q_2}{q_2} = \frac{T_1 - T_2}{T_2}$; 2. $\varepsilon_{\kappa} = \frac{q_1}{q_1 - q_2} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$; 3. $\varepsilon_{\kappa} = \frac{q_2}{\ell_{\text{цикла}}} = \frac{q_2}{q_1 - q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$; 4. $\varepsilon_{\kappa} = \frac{\ell_{\text{цикла}}}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$.
9	Эксергия теплоты это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. максимально возможная работа (работоспособность) ; 2. энтропия идеального газа; 3. КПД холодильной установки; 4. сумма приведенных теплот .
10	Укажите уравнение, которое соответствует уравнению Ван-дер-Ваальса:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $p \cdot v = R \cdot T$; 2. $(p + \frac{a}{v^2})(v - b) = R \cdot T (1 - \frac{C}{vT^2})$; 3. $dP/dT = (\bar{s}_2 - \bar{s}_1)/(v_2 - v_1)$; 4. $(p + \frac{a}{v^2})(v - b) = R \cdot T$.

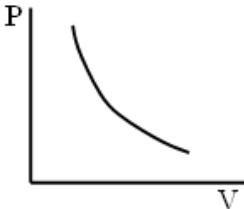
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
11	Что такое точка росы?	1. температура, до которой охлаждается ненасыщенный воздух до насыщенного состояния при сохранении постоянного влагосодержания; 2. температура, которую принимает насыщенная воздушно-паровая смесь в процессе испарения при условии сохранения постоянного теплосодержания воздуха; 3. температура воздуха при нулевой относительной влажности; 4. состояние, когда влагосодержание равно нулю.
12	В парокompрессионной холодильной установке сжатие пара по выходе из охлаждаемого объема производится с помощью:	1. компрессора; 2. парового эжектора; 3. абсорбции и десорбции рабочего тела ; 4. пар не сжимается.
13	Количество теплоты, проходящему в единицу времени через две противоположные грани единицы объема породы, на которых поддерживается разность температур в один градус:	1. коэффициент теплопроводности; 2. теплоемкость; 3. температуропроводность; 4. теплоусвояемость.
14	Величина равная количеству теплоты, проходящей через стенку площадью 1 м^2 за время 1с называется:	1. термическим сопротивлением стенки; 2. коэффициентом теплопередачи; 3. плотностью теплового потока; 4. мощностью теплового потока.
15	Утверждение, что плотность теплового потока пропорциональна градиенту температуры является содержанием закона ...	1. Планка 2. Фика 3. Фурье 4. Дарси
16	Для описания процесса теплообмена между поверхностью тела и средой используется закон ...	1. Дьюлонга -Пти 2. Фика 3. Ньютона-Рихмана 4. Ламберта
17	Критерий Нуссельта	1. $Re = w l/v$ 2. $Nu = \alpha l/\lambda$ 3. $Pr = \nu/a = \nu c_p/\lambda$ 4. $Gr = g\beta \Delta t l^3/\nu^2$
18	Тело, поглощающее все падающее на него излучение	1. абсолютно черным 2. абсолютно белым 3. абсолютно прозрачным 4. серым
19	Коэффициент теплопроводности воздуха (Вт/м·К) близок к значению:	1. 0,05 2. 0,5 3. 2,0 4. 5,0

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
20	Теплообменные аппараты, служащие для передачи теплоты от горячего теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку, называются:	1. Смесительные; 2. Перекрёстные; 3. Регенеративные; 4. Рекуперативные.

Вариант 2


№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Утверждение, что плотность теплового потока пропорциональна градиенту температуры является содержанием закона ...	1. Планка 2. Фика 3. Фурье 4. Дарси
2.	Для описания процесса теплообмена между поверхностью тела и средой используется закон ...	1. Дьюлонга -Пти 2. Фика 3. Ньютона-Рихмана 4. Ламберта
3.	Критерий Нуссельта	1. $Re = w l/\nu$ 2. $Nu = \alpha l/\lambda$ 3. $Pr = \nu/a = \nu c_p/\lambda$ 4. $Gr = g\beta \Delta t l^3/\nu^2$
4.	Тело, поглощающее все падающее на него излучение	1. абсолютно черным 2. абсолютно белым 3. абсолютно прозрачным 4. серым
5.	Коэффициент теплопроводности воздуха (Вт/м·К) близок к значению:	1. 0,05 2. 0,5 3. 2,0 4. 5,0
6.	Укажите уравнение, которое соответствует уравнению Ван-дер-Ваальса:	1. $p \cdot \nu = R \cdot T$; 2. $(p + \frac{a}{\nu^2})(\nu - b) = R \cdot T(1 - \frac{C}{\nu T^2})$; 3. $dP/dT = (\bar{s}_2 - \bar{s}_1)/(\nu_2 - \nu_1)$; 4. $(p + \frac{a}{\nu^2})(\nu - b) = R \cdot T$.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
7.	Что такое точка росы?	1. температура, до которой охлаждается ненасыщенный воздух до насыщенного состояния при сохранении постоянного влагосодержания; 2. температура, которую принимает насыщенная воздушно-паровая смесь в процессе испарения при условии сохранения постоянного теплосодержания воздуха; 3. температура воздуха при нулевой относительной влажности; 4. состояние, когда влагосодержание равно нулю.
8.	В парокомпрессионной холодильной установке сжатие пара по выходе из охлаждаемого объема производится с помощью:	1. компрессора; 2. парового эжектора; 3. абсорбции и десорбции рабочего тела ; 4. пар не сжимается.
9.	Количество теплоты, проходящему в единицу времени через две противоположные грани единицы объема породы, на которых поддерживается разность температур в один градус:	1. коэффициент теплопроводности; 2. теплоемкость; 3. температуропроводность; 4. теплоусвояемость.
10.	Величина равная количеству теплоты, проходящей через стенку площадью 1м ² за время 1с называется:	1. термическим сопротивлением стенки; 2. коэффициентом теплопередачи; 3. плотностью теплового потока; 4. мощностью теплового потока.
11.	Гомогенная термодинамическая система это:	1. система, химический состав и физические свойства которой одинаковы во всех ее частях или монотонно (без скачков) изменяются от точки к точке; 2. система, которая состоит из двух или более гетерогенных областей; 3. система, физические свойства которой скачкообразно изменяются от точки к точке; 4. система, химический состав которой скачкообразно изменяются от точки к точке.
12.	К интенсивным параметрам состояния относятся:	1. параметры, не зависящие от количества вещества; 2. параметры, зависящие от количества вещества; 3. все параметры состояния; 4. объем, масса, теплоемкость.
13.	По температурной шкале Цельсия температура абсолютного нуля соответствует:	1. -273,15° 2. -459,67°; 3. -218,52°; 4. 0°.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
14.	Какое из перечисленных ниже понятий не является параметром состояния рабочего тела?	1. давление; 2. внутренняя энергия; 3. температура; 4. теплота.
15.	Идеальный газ – это тот газ, у которого	1. можно пренебречь взаимодействием между молекулами и размерами молекул; 2. среднее расстояние между молекулами примерно равно диаметру молекулы; 3. скорости всех молекул одинаковы; 4. можно пренебречь взаимодействием между молекулами, но необходимо учитывать объем, занимаемый собственно молекулами.
16.	Какой процесс в газе в координатах P-V показан на диаграмме? 	1. изохорный; 2. изобарный; 3. изотермический; 4. адиабатный.
17.	При каком значении показателя n уравнение $pV^n = \text{const}$ является уравнением изотермического процесса?	1. $n=0$; 2. $n=1$; 3. $n=\infty$; 4. $n=-\infty$
18.	Холодильный коэффициент обратного цикла Карно определяется выражением :	1. $\varepsilon_{\kappa} = \frac{\ell_{\text{цикла}}}{q_2} = \frac{q_1 - q_2}{q_2} = \frac{T_1 - T_2}{T_2}$; 2. $\varepsilon_{\kappa} = \frac{q_1}{q_1 - q_2} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$; 3. $\varepsilon_{\kappa} = \frac{q_2}{\ell_{\text{цикла}}} = \frac{q_2}{q_1 - q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$; 4. $\varepsilon_{\kappa} = \frac{\ell_{\text{цикла}}}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$.
19.	Эксергия теплоты это:	1. максимально возможная работа (работоспособность) ; 2. энтропия идеального газа; 3. КПД холодильной установки; 4. сумма приведенных теплот .
20.	Укажите уравнение, которое соответствует уравнению Ван-дер-Ваальса:	1. $p \cdot v = R \cdot T$; 2. $(p + \frac{a}{v^2})(v - b) = R \cdot T(1 - \frac{C}{vT^2})$; 3. $dP/dT = (\bar{s}_2 - \bar{s}_1)/(v_2 - v_1)$; 4. $(p + \frac{a}{v^2})(v - b) = R \cdot T$.

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Для описания процесса теплообмена между поверхностью тела и средой используется закон ...	1. Дьюлонга -Пти 2. Фика 3. Ньютона-Рихмана 4. Ламберта
2.	Критерий Нуссельта	1. $Re = w l/\nu$ 2. $Nu = \alpha l/\lambda$ 3. $Pr = \nu/a = \nu c\rho/\lambda$ 4. $Gr = g\beta \Delta t l^3/\nu^2$
3.	Тело, поглощающее все падающее на него излучение	1. абсолютно черным 2. абсолютно белым 3. абсолютно прозрачным 4. серым
4.	Коэффициент теплопроводности воздуха (Вт/м·К) близок к значению:	1. 0,05 2. 0,5 3. 2,0 4. 5,0
5.	Теплообменные аппараты, служащие для передачи теплоты от горячего теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку, называются:	1. Смесительные; 2. Перекрёстные; 3. Регенеративные; 4. Рекуперативные.
6.	Что такое точка росы?	1. температура, до которой охлаждается ненасыщенный воздух до насыщенного состояния при сохранении постоянного влагосодержания; 2. температура, которую принимает насыщенная воздушно-паровая смесь в процессе испарения при условии сохранения постоянного теплосодержания воздуха; 3. температура воздуха при нулевой относительной влажности; 4. состояние, когда влагосодержание равно нулю.
7.	В парокомпрессионной холодильной установке сжатие пара по выходе из охлаждаемого объема производится с помощью:	1. компрессора; 2. парового эжектора; 3. абсорбции и десорбции рабочего тела ; 4. пар не сжимается.
8.	Количество теплоты, проходящему в единицу времени через две противоположные грани единицы объема породы, на которых поддерживается разность температур в один градус:	1. коэффициент теплопроводности; 2. теплоемкость; 3. температуропроводность; 4. теплоусвояемость.
9.	Величина равная количеству теплоты, проходящей через стенку площадью 1 м^2 за время 1с называется:	1. термическим сопротивлением стенки; 2. коэффициентом теплопередачи; 3. плотностью теплового потока; 4. мощностью теплового потока.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
10.	Утверждение, что плотность теплового потока пропорциональна градиенту температуры является содержанием закона ...	1. Планка 2. Фика 3. Фурье 4. Дарси
11.	Какой процесс в газе в координатах P-V показан на диаграмме? 	1. изохорный; 2. изобарный; 3. изотермический; 4. адиабатный.
12.	При каком значении показателя n уравнение $pV^n = \text{const}$ является уравнением изотермического процесса?	1. n=0; 2. n=1; 3. n=∞; 4. n=-∞
13.	Холодильный коэффициент обратного цикла Карно определяется выражением :	1. $\varepsilon_{\kappa} = \frac{\ell_{\text{цикла}}}{q_2} = \frac{q_1 - q_2}{q_2} = \frac{T_1 - T_2}{T_2}$; 2. $\varepsilon_{\kappa} = \frac{q_1}{q_1 - q_2} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$; 3. $\varepsilon_{\kappa} = \frac{q_2}{\ell_{\text{цикла}}} = \frac{q_2}{q_1 - q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$; 4. $\varepsilon_{\kappa} = \frac{\ell_{\text{цикла}}}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$.
14.	Эксергия теплоты это:	1. максимально возможная работа (работоспособность) ; 2. энтропия идеального газа; 3. КПД холодильной установки; 4. сумма приведенных теплот .
15.	Укажите уравнение, которое соответствует уравнению Ван-дер-Ваальса:	1. $p \cdot v = R \cdot T$; 2. $(p + \frac{a}{v^2})(v - b) = R \cdot T(1 - \frac{C}{vT^{\frac{3+2m}{2}}})$; 3. $dP/dT = (\bar{s}_2 - \bar{s}_1)/(v_2 - v_1)$; 4. $(p + \frac{a}{v^2})(v - b) = R \cdot T$.
16.	Гомогенная термодинамическая система это:	1. система, химический состав и физические свойства которой одинаковы во всех ее частях или монотонно (без скачков) изменяются от точки к точке; 2. система, которая состоит из двух или более гетерогенных областей; 3. система, физические свойства которой скачкообразно изменяются от точки к точке; 4. система, химический состав которой

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		скачкообразно изменяются от точки к точке.
17.	К интенсивным параметрам состояния относятся:	1. параметры, не зависящие от количества вещества; 2. параметры, зависящие от количества вещества; 3. все параметры состояния; 4. объем, масса, теплоемкость.
18.	По температурной шкале Цельсия температура абсолютного нуля соответствует:	1. $-273,15^{\circ}$ 2. $-459,67^{\circ}$; 3. $-218,52^{\circ}$; 4. 0° .
19.	Какое из перечисленных ниже понятий не является параметром состояния рабочего тела?	1. давление; 2. внутренняя энергия; 3. температура; 4. теплота.
20.	Идеальный газ – это тот газ, у которого	1. можно пренебречь взаимодействием между молекулами и размерами молекул; 2. среднее расстояние между молекулами примерно равно диаметру молекулы; 3. скорости всех молекул одинаковы; 4. можно пренебречь взаимодействием между молекулами, но необходимо учитывать объем, занимаемый собственно молекулами.

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 в ответе на вопрос	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 существенных неточностей 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

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
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

6.2.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Смирнов, В. Г. Теплофизика: учебное пособие [Электронный ресурс]: / В. Г. Смирнов, В. В. Дырдин, Т. Л. Ким. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2018. — 171 с. — ISBN 978-5-00137-007-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/115162>

2. Прибытков, И. А. Теплофизика : учебное пособие [Электронный ресурс]: / И. А. Прибытков. — Москва: МИСИС, 2016. — 87 с. — ISBN 978-5-87623-984-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/117228>

3. Сборщиков, Г. С. Теплофизика и теплотехника : теплофизика: учебное пособие [Электронный ресурс]: / Г. С. Сборщиков, С. И. Чибизова. — Москва : МИСИС, 2012. — 104 с.

— Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/117249>

4. Арутюнов, В. А. Теплофизика и теплотехника: Теплофизика: Курс лекций: учебное пособие [Электронный ресурс]: / В. А. Арутюнов, С. А. Крупенников, Г. С. Сборщиков. — Москва : МИСИС, 2010. — 228 с. — ISBN 978-5-87623-358-5. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2083>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Сборщиков, Г. С. Теплофизика и теплотехника. Теплофизика. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. С. Сборщиков, С. И. Чибизова. — Москва: МИСИС, 2012. — 104 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/51713>

2. Вакулин, А. А. Теплофизика и теоретическая теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Вакулин. — Тюмень : ТюмГУ, 2019. — 196 с. — ISBN 978-5-400-01550-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/161691>

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]. — Электрон. дан. <http://www.garant.ru/>

2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. — Электрон. 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 Poverware 5115 750i – 1 шт., коммутатор Kramer VP-201 – 1 шт., компьютер Compumir – 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», масштабатор Kramer VP-720xl – 1 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 506 – 1 шт., монитор ЖК «17» Dell – 2 шт., мультимедиа проектор Mitsubischi 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".