

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени академика М.Д. Миллионщикова**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплины**

**«ПРИКЛАДНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА»**

**Специальность**

21.05.03- Технологии геологической разведки

**Специализации**

«Геофизические методы поисков и разведки месторождений  
полезных ископаемых»

"Геофизические методы исследования скважин"

**Квалификация**

Горный инженер-геофизик

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Прикладная теплофизика» является освоение основных законов теплофизики и теплотехники, методов получения, преобразования, передачи и использования теплоты, принципов действия и конструктивных особенностей тепло- и парогенераторов, трансформаторов теплоты, холодильников и холодильных машин, теплообменных аппаратов и устройств, теплообменных процессов происходящих в различного рода тепловых установках и отдельных химических реакторах. Ознакомление студентов с основными проблемами современной теплофизики, с теплофизическими процессами и подготовить студентов к изучению спецкурсов, расчету проектов и выполнению индивидуального практикума.

Задачей изучения курса является подготовка высококвалифицированного специалиста, владеющего навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования. В задачи изучения дисциплины входит также: овладение студентами аналитических методов решения задач теплопроводности при различных граничных условиях, теорией подобия и ее использованием для описания процессов конвективного теплопереноса, методами расчета сложного теплообмена, в том числе при изменении агрегатного состояния вещества.

В лекционном курсе, на практических занятиях и лабораторном практикуме много внимания уделяется физическим аспектам теории теплообмена, рассматриваются важные и интересные прикладные теплофизические задачи.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла. Для изучения курса требуется знание: высшей математики, физики, химии, философии, теоретической механики, сопротивления материалов, метрологии. Для изучения данного курса студент должен владеть основами математической теории поля, аппаратом функций комплексного переменного, методами решения уравнений математической физики; знать основные понятия, законы, уравнения термодинамики, статистической физики и механики сплошных сред (разделы: идеальная жидкость, вязкая жидкость, теплопроводность в жидкости, теория упругости).

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для специальных курсов – «Гидрогеология и инженерная геология», «Основы поиска и разведка МПИ», «Геофизические исследования скважин», «Бурение скважин».

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, наличием навыков обработки данных и работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-8);
- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

- умением разрабатывать технологические процессы геологоразведочных работ и корректировать эти процессы в зависимости от поставленных геологических и технологических задач в изменяющихся горно-геологических и технических условиях (ПК-3);
- выполнением разделов проектов и контроль за их выполнением по технологии геологоразведочных работ в соответствии с современными требованиями промышленности (ПК-5);
- умением выявлять объекты для улучшения технологии и техники геологической разведки (ПК-12);
- выполнением разработки и осуществления контроля технологических процессов геологической разведки (ПК-22);
- способностью применять знания о современных методах геофизических исследований (ПСК-1.2);

**В результате освоения дисциплины студент должен**

**знать:**

- основные законы преобразования энергии и теплообмена (ОПК-8, ОК-7);
- теорию теплообмена (теплопередачи, теплоотдачи) (ОПК-8, ПК-3);
- основы составления тепловых балансов (ПК-5, ПСК-1.2);
- пути интенсификации теплопередачи (ОПК-8, ПК-12);
- методы определения температур поверхности теплообмена (ПК-22 ПСК-1.2).

**уметь:**

- применять основные законы и уравнения теплофизики для выполнения технических расчетов (ОПК-8, ПК-3);
- проводить термодинамические расчеты рабочих процессов (ПК-22, ПК-5)
- обрабатывать результаты измерения и производить расчеты процессов теплообмена;
- рассчитывать и выбирать рациональные системы теплоснабжения, преобразования и использования энергии, рациональные системы охлаждения и термостатирования оборудования, применяемого в отрасли (ПК-12, ОПК-8, ПК-3);
- рассчитывать тепловые режимы энергоустановок, из узлов и элементов (ОК-7, ПК-22)

**владеть:**

- методами составления энергетических, эксергетических и тепловых балансов (ОПК-8, ПК-12);
- аналитической теорией теплопроводности (ОПК-8, ПК-3);
- методами расчета процессов теплопередачи и теплоотдачи; (ПСК-2.2, ПК-5)
- условиями однозначности или краевыми условиями процесса теплопроводности (ОПК-8, ПК-22).

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры	
			6	5
	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>32/0,88</b>	<b>12/0,22</b>	<b>32/0,88</b>	<b>12/0,22</b>
В том числе:				
Лекции	16/0,44	8/0,12	16/0,44	8/0,12
Практические занятия				
Семинары				
Лабораторные работы	16/0,44	4/0,11	16/0,44	4/0,11
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>40/1,11</b>	<b>60/1,8</b>	<b>40/1,11</b>	<b>60/1,8</b>
В том числе:				
Курсовая работа (проект)				
Расчетно-графические работы				
ИТР	12/0,33	28/0,8	12/0,33	28/0,8
Рефераты				
Доклады				
Презентации				
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>				
Подготовка к лабораторным работам	12/0,33	18/0,5	12/0,33	18/0,5
Подготовка к практическим занятиям				
Подготовка к зачету	16/0,44	14/0,42	16/0,44	14/0,42
Вид промежуточной аттестации				
<b>Вид отчетности</b>	зачет	зачет	зачет	зачет
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
	<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Лекц. зан. часы/з.е.	Практ. зан. часы/з.е.	Лаб. зан. часы/з.е.	Семина. зан. часы/з.е.	Всего часов/з.е.
1	Предмет "Теплофизика". Основные понятия и положения термодинамики.			2/0,05		2/0,05
2	Термодинамические процессы. Термодинамика потока.	2/0,05		2/0,05		4/0,11
3	Теплообмен. Теплопроводность. Контактный теплообмен.	2/0,05		2/0,05		4/0,11
4	Конвективный теплообмен	2/0,05		2/0,05		4/0,11
5	Теория подобия	2/0,05		2/0,05		4/0,11
6	Теплоотдача.	2/0,05		2/0,05		4/0,11
7	Теплопередача. Сложный теплообмен. Массообмен	2/0,05		2/0,05		4/0,11
8	Основы теплового расчета теплообменных аппаратов.	2/0,05		2/0,05		4/0,11
9	Котельные установки. Применение теплоты в отрасли. Возобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения.	2/0,05				2/0,05
		<b>16/0,44</b>		<b>16/0,44</b>		<b>32/0,88</b>

## 5.2 Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Предмет "Теплофизика". Основные понятия и положения термодинамики.	Термодинамическая система и термодинамические параметры состояния. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Энтропия. Второй закон термодинамики.
2	Термодинамические процессы. Термодинамика потока.	Круговые процессы. Цикл Карно. Термодинамические процессы идеальных газов. Дифференциальные уравнения термодинамики. Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов.
3	Теплообмен. Теплопроводность. Контактный теплообмен.	Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение) Поле температуры, понятие градиента температуры. Основные понятия и определения теплофизики (терминология, теплоотдачи и теплопередача): тепловой поток, плотность теплового потока, мощность внутренних источников теплоты, теплоноситель, теплообменник. Понятия: коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи, температурный напор, местный температурный напор, средний логарифмический и средний интегральный температурный напоры, внешнее и общее термические сопротивления. Сложный теплообмен. Качественные характеристики переноса теплоты. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при пограничных условиях 1 рода Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода. Феноменологический метод исследования процессов теплопроводности: особенности и ограничения. Закон Био-Фурье. Коэффициент теплопроводности газов. Коэффициент теплопроводности жидкостей. Коэффициент теплопроводности твердых тел: металлы и сплавы. Термоупругость. Соотношения между напряжениями, деформациями и температурой. Тензор деформаций и напряжений. Уравнение теплопроводности. Уравнение равновесия. Обобщения уравнения теплопроводности: теплопроводность в кристалле, учет конечности скорости распространения тепла. Коэффициент температуропроводности. Краевые условия и типы краевых задач: задача Коши, смешанная задача, стационарная задача. Граничные условия 1, 2, 3, 4-го рода. Нестационарный процесс теплопроводности.

1	2	3
4	Конвективный теплообмен	<p>Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости.</p> <p>Общее уравнение переноса тепла в жидкости. Физический смысл и пределы его применимости. Теплоперенос в несжимаемой и невязкой жидкостях. Гипотеза Фурье-Остроградского. Условия однозначности для процессов, типы краевых задач.</p>
5	Теория подобия	<p>Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия. Методы размерностей и подобия. Терминология, виды параметров, первичные и вторичные величины, основные и производные единицы измерения. Метод инспекционного анализа. Предположения. <math>\pi</math> - теорема. Частные случаи <math>\pi</math> - теоремы. Пример использования инспекционного анализа: задача о нагреве тонкой пластины в жидкости. Число подобия <math>Fo, Bi</math>. Метод подобия. Моделирование. Прямая и обратная (теорема Кирпичева - Гухмана) теоремы теории подобия.</p>
6	Теплоотдача.	<p>Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Коэффициенты теплоотдачи. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при конденсации паров. Тепловой поток. Плотность теплового потока.</p> <p>Теплообмен излучением. Основные законы и определения. Физика излучения. Основные понятия и определения: поток излучения, поверхностная плотность потока излучения, интенсивность излучения. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы излучения абсолютно черного тела. Законы Планка, Стефана-Больцмана. Излучение реальных тел. Закон Кирхгофа. Основные уравнения: уравнение сохранения энергии, уравнение переноса. Абсолютно черное тело. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.</p> <p>Практическое использование уравнений переноса энергии излучения. Радиационно-кондуктивные системы: единичное плоское ребро, учет теплообмена излучением между ребром и трубой. Радиационно-конвективные системы: температура поверхности плоской пластины, трубы.</p>

1	2	3
7	Теплопередача. Сложный теплообмен. Массообмен	<p>Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция. Основы массообмена. Теплоотдача при конденсации паров неметаллических жидкостей. Теплоотдача при конденсации на горизонтальном цилиндре. Постановка задачи и особенности нахождения базы.</p> <p>Теплообмен при кипении. Основные понятия и определения. Испарение, кипение: поверхностное, объемное, пузырьковое и пленочное кипения (фотографии режимов кипения). Зарождение, развитие и отрыв пузырей пара на поверхности нагрева. Скорость роста парового пузырька. Отрывной диаметр пузыря. Схема теплоотдачи при пузырьковом кипении. Уравнение подобия. Кризис теплоотдачи при кипении.</p>
8	Основы теплового расчета теплообменных аппаратов.	<p>Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения. Виды теплового расчета.</p> <p>Теплообменные аппараты. Классификация основных типов теплообменных аппаратов: контактные (смесительные, барботажные) и поверхностные (регенераторы, рекуператоры). Основные уравнения теплового расчета рекуперативных теплообменников. Коэффициент теплопередачи.</p> <p>Средний логарифмический температурный напор. Эффективность теплообменника. Сопоставление прямоточной и противоточной схем движения теплоносителей.</p>
9	Котельные установки. Применение теплоты в отрасли. Возобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения.	<p>Паровой котел и его основные элементы. Поверхность нагрева парового котла. Тепловой баланс котла. КПД котла. Технологическая схема котельной установки. Применение теплоты в отрасли. Сушильные установки. Общие сведения. Основные типы процессов сушки. Процессы сушки на предприятиях. Основные элементы сушильной установки. Сушилки периодического и непрерывного действия. Влага материала. Равновесная влажность. Максимальная и гигроскопическая влажность материала. Тепло - и массоперенос в процессе сушки. Кинетика сушки. Кривые сушки. Кривые скорости сушки. Термопрограмма сушки.</p> <p>Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы. Основы энерготехнологии.</p>

**Лекционные занятия** проводятся в форме лекций с использованием демонстрационных слайдов, презентаций и видеороликов, применяются информационные технологии. Проводится демонстрация конструкций элементов систем, схем обеспечения технологическими энергоносителями. Перечень демонстрируемого материала и сами материалы представлены в УМК. Предусматривается самостоятельное выполнение отдельных иллюстраций в раздаточном материале.



### 5.3. Лабораторный практикум

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Предмет "Теплофизика". Основные понятия и положения термодинамики.	Первый закон термодинамики в применении к решению одной из технических задач
2	Термодинамические процессы. Термодинамика потока.	Определение параметров влажного воздуха
3		Исследование процесса истечения из суживающегося сопла
4	Теплообмен. Теплопроводность.	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя)
5	Контактный теплообмен.	Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны)
6	Конвективный теплообмен	Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе
7	Теплопередача. Сложный теплообмен. Массообмен	Определение теплопроводности и коэффициента температуропроводности методом регулярного теплового режима.
8	Теплоотдача.	Определение коэффициента излучения твердого тела калориметрическим методом.
		<b>ВСЕГО:</b>

### 5.4. Практические занятия (семинары) *не предусмотрены*

На практических и лабораторных занятиях происходит закрепление теоретических знаний, обсуждение инновационных проектов, моделирование конкретных ситуаций при реализации инновационных процессов различного уровня и назначения; вовлечение студентов в проективную деятельность, подготовка и защита презентаций и рефератов.

**Практические (лабораторные) занятия** проводятся с использованием необходимых технических и информационных материалов: подготовленные в виде таблиц: по теплофизическим свойствам веществ, коэффициентам теплопроводности различных материалов, графикам схем, термодинамическим циклам и т.д. Студентам передается материал на электронном носителе. Материалы передаются студентам на кафедре или в библиотеке в электронном виде. На лабораторных занятиях материалы предоставляются методическим пособием, в котором изложены теоретические аспекты изучаемой темы, представлены схема установки необходимые графики расчетные формулы. Лабораторная работа выполняется на основе разработанной компьютерной программы в виртуальной форме.

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

### Вопросы для самостоятельного изучения

№№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Понятия: коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи, температурный напор, местный температурный напор, средний логарифмический и средний интегральный температурный напоры, внешнее и общее термические сопротивления. Сложный теплообмен. Качественные характеристики переноса теплоты.
2	Коэффициент теплопроводности газов. Коэффициент теплопроводности жидкостей. Коэффициент теплопроводности твердых тел: металлы и сплавы. Термоупругость. Соотношения между напряжениями, деформациями и температурой.
3	Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при пограничных условиях 1 рода
4	Общее уравнение переноса тепла в жидкости. Физический смысл и пределы его применимости. Теплоперенос в несжимаемой и невязкой жидкостях. Гипотеза Фурье-Остроградского. Условия однозначности для процессов, типы краевых задач.
5	Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия. Методы размерностей и подобия.
6	Теплообмен излучением. Основные законы и определения. Физика излучения. Основные понятия и определения: поток излучения, поверхностная плотность потока излучения, интенсивность излучения. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы излучения абсолютно черного тела. Законы Планка, Стефана-Больцмана. Излучение реальных тел. Закон Кирхгофа. Основные уравнения: уравнение сохранения энергии, уравнение переноса.
7	Основы массообмена. Теплоотдача при конденсации паров неметаллических жидкостей. Теплоотдача при конденсации на горизонтальном цилиндре. Постановка задачи и особенности нахождения базы. Увлажнение материалов в технологических процессах отрасли. Способы увлажнения. Увлажнение сорбцией влаги из воздуха. Контактное увлажнение. Увлажнение паром. Техничко-экономические показатели сушилок. Техника безопасности
8	Теплообменные аппараты. Классификация основных типов теплообменных аппаратов: контактные (смесительные, барботажные) и поверхностные (регенераторы, рекуператоры). Основные уравнения теплового расчета рекуперативных теплообменников. Коэффициент теплопередачи.
9	Применение теплоты в отрасли. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы. Основы энерготехнологии.
<b>ВСЕГО</b>	

#### Темы ИТР:

1. Исследование процесса истечения из суживающегося сопла;
2. Определение параметров влажного воздуха;
3. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала;
4. Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции;
5. Определение теплопроводности и коэффициента температуропроводности;
6. Определение коэффициента излучения твердого тела;
7. Тепловой расчет теплообменного аппарата;

8. Тепловой баланс сепаратора газоочистки.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Основные понятия теплофизики. Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение).
2. Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.
3. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
4. Коэффициент теплопроводности, его характеристика.
5. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка.
6. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка.
7. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Цилиндрическая стенка.
8. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Шаровая стенка.
9. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме.
10. Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода.
11. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности.
12. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
13. Конвективный теплообмен. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости.
14. Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия.
15. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия.
16. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Коэффициенты теплоотдачи.
17. Теплоотдача при естественной конвекции.
18. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при конденсации паров. Тепловой поток. Плотность теплового потока.
19. Интегральное уравнение теплоотдачи для стабилизированного теплообмена.
20. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах.

### Тест по первой рубежной аттестации

#### *ПРИКЛАДНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА ТЕСТ №1*

**I. Теплопроводность – это процесс переноса теплоты (обмен внутренней энергией):**

1. От тела к телу; 2. Внутри тела; 3. В металлах и диэлектриках
- 4 Структурными частицами вещества – молекулами, атомами, электронами в сплошной среде при наличии градиента температур.

**II. В каких телах процесс теплопроводности обусловлен диффузией молекул и атомов?**

1. В жидкостях; 2. В металлах; 3. В газах 4. В диэлектриках

**III. Укажите закон Фурье:**

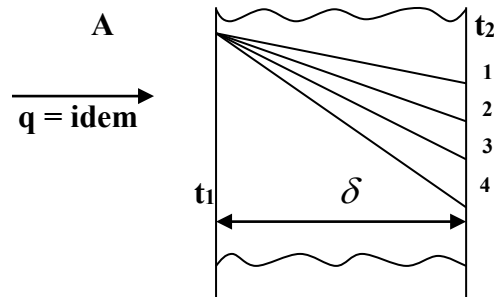
1.  $Q = \kappa H \Delta t$ ; 2.  $q = \lambda \frac{dt}{dn}$ ; 3.  $\delta Q_{\tau} = -\lambda \frac{dt}{dn} dH d\tau$ ; 4.  $Q = \alpha(t_c - t_{ж})H$

**IV. Закон Био – Фурье формулируют так:**

1. Вектор удельного теплового потока прямо пропорционален градиенту температуры;
2. При постоянном давлении и неизменной массе газа объем газа изменяется прямо пропорционально изменению абсолютных температур;
3. Излучательная способность абсолютно черного тела прямо пропорциональна четвертой степени его абсолютной температуры.
4. При постоянной температуре вектор теплового потока и линии теплового потока ортогональны к изотермическим поверхностям

**V. В каком случае градиент температуры наибольший?**

1. А – 1
2. А – 2
3. А – 3
4. А – 4



**VI. Что называется температурным полем?**

1. Значение температур в разное время
2. Совокупность температур (ее значений) во всех точках изучаемого пространства для каждого момента времени
3. Значение температур тела
4. Совокупность температур (ее значений) во всех точках тела

**VII. Какой из ниже приведенных способов не является способом передачи теплоты:**

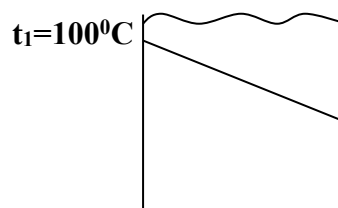
- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| 1. Теплопередача; | 2. Конвекция;        |
| 3. Излучение;     | 4. Теплопроводность. |

**VIII. Количество теплоты, передаваемое через плоскую однослойную стенку:**

1.  $Q = -\frac{\lambda}{\delta} H(t_1 - t_2)$ ; 2.  $Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2)$ ; 3.  $Q = \frac{\lambda}{\delta} H(t_1 - t_2)$ ; 4.  $Q = \lambda H(t_1 - t_2)$

**IX. Чему равен градиент температуры?**

1. grad t = 500° c/м



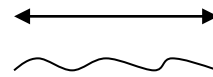
2. grad  $t = 250^0$  c/м

$t_2 = 50^0$  C

3. grad  $t = 50^0$  c/м

$\delta = 0,2$  м

4. grad  $t = 75^0$  c/м



X. Укажите математическое выражение 2-х мерного нестационарного температурного поля:

1.  $t = f(x, y, \tau)$ ; 2.  $t = f(x, y, z, \tau)$ ; 3.  $t = f(x, \tau)$ ; 4.  $t = f(x, y)$

XI. Тепловым или термическим сопротивлением стенки называется отношение:

1.  $\frac{\delta}{\lambda F}$ ; 2.  $\frac{\partial T}{\partial n}$ ; 3.  $\frac{\lambda F}{\delta}$ ; 4.  $\frac{c_2^2}{2} - \frac{c_1^2}{2}$ ; 5.  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_2}{T_1}$ ; 6.  $\frac{l_y}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1}$

XII. Тепловой поток в процессе теплоотдачи в соответствии с законом Ньютона - Рихмана выражается уравнением:

1.  $Q = \alpha F |t_c - t_{ж}|$ ; 2.  $Q = qF = (t_{c1} - t_{c2}) \frac{\lambda F}{\delta}$ ; 3.  $Q = \frac{t_{c1} - t_{c2}}{R_\lambda}$ ; 4.  $Q = Fq = -2\pi r/\lambda dt/dr$

### КАРТОЧКА № 1 (Прикладная теплофизика, первая рубежная аттестация)

- Каков характер изменения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?
- Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка
- Найти точку росы для воздуха, имеющего:
  - температуру  $40^0$  C и относительной влажности 70 %;
  - температуру  $50^0$  C и относительной влажности 20 %;
  - температуру  $40^0$  C и относительной влажности 5 %.

### 7.2. Вопросы ко второй рубежной аттестации

- Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.
- Трансформаторы теплоты. Циклы холодильных установок и термотрансформаторов.
- Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело.
- Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция. Типы теплообменных аппаратов, кипятильников и подогревателей.
- Механизм процессов горения. Общие принципы расчета процессов горения. Теплота сгорания. Условное топливо. Приведенные характеристики. Классификация топлив.
- Основы теплового расчета теплообменных аппаратов.
- Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения. Виды теплового расчета
- Виды сжигаемого топлива и его характеристики. Твердое жидкое и газообразное топливо.
- Теплота сгорания. Условное топливо. Элементарный состав топлива. Теория горения и методы сжигания топлива.
- Сушильные установки. Общие сведения. Основные типы процессов сушки. Сушилки периодического и непрерывного действия. Влажность материала. Равновесная влажность.
- Максимальная и гигроскопическая влажность материала. Тепло - и массоперенос в процессе сушки.
- Кинетика сушки. Кривые сушки. Кривые скорости сушки. Термопрограмма сушки.
- Типы сушильных установок. Тепловой расчет сушильных установок. Сушильный процесс для теоретической и действительной сушилок.
- Увлажнение материалов в технологических процессах отрасли. Способы увлажнения.

15. Увлажнение сорбцией влаги из воздуха. Контактное увлажнение. Увлажнение паром. Технико-экономические показатели сушилок.
16. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы.
17. Котельные установки. Паровые и газовые турбины.
18. Теплообменные аппараты. Регенеративные и смесительные теплообменники. Показатели эффективности: КПД, интенсивность теплообмена, отношение расходных теплоемкостей, коэффициент трансформации теплоты.
19. Холодильные и теплонасосные установки.

### **КАРТОЧКА № 2 (Прикладная теплофизика, вторая рубежная аттестация)**

1. Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения. Виды теплового расчета.
2. Сушильные установки. Общие сведения. Основные типы процессов сушки.
3. Сушилки периодического и непрерывного действия. Влага материала. Равновесная влажность.
4. Виды сжигаемого топлива и его характеристики. Твердое жидкое и газообразное топливо.
5. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело.

#### **7.3. Вопросы к зачету**

1. Основные понятия теплофизики. Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение).
2. Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.
3. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
4. Коэффициент теплопроводности, его характеристика.
5. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка.
6. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка.
7. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Цилиндрическая стенка.
8. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Шаровая стенка.
9. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме.
10. Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода.
11. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности.
12. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
13. Конвективный теплообмен. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости.
14. Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия.
15. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия.
16. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Коэффициенты теплоотдачи.
17. Теплоотдача при естественной конвекции.
18. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при конденсации паров. Тепловой поток. Плотность теплового потока.
19. Интегральное уравнение теплоотдачи для стабилизированного теплообмена.
20. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах.
21. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.
22. Трансформаторы теплоты. Циклы холодильных установок и термотрансформаторов.

23. Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело.
24. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция. Типы теплообменных аппаратов, кипятильников и подогревателей.
25. Механизм процессов горения. Общие принципы расчета процессов горения. Теплота сгорания. Условное топливо. Приведенные характеристики. Классификация топлив.
26. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов.
27. Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения. Виды теплового расчета
28. Виды сжигаемого топлива и его характеристики. Твердое жидкое и газообразное топливо.
29. Теплота сгорания. Условное топливо. Элементарный состав топлива. Теория горения и методы сжигания топлива.
30. Сушильные установки. Общие сведения. Основные типы процессов сушки. Сушилки периодического и непрерывного действия. Влага материала. Равновесная влажность.
31. Максимальная и гигроскопическая влажность материала. Тепло - и массоперенос в процессе сушки.
32. Кинетика сушки. Кривые сушки. Кривые скорости сушки. Термопрограмма сушки.
33. Типы сушильных установок. Тепловой расчет сушильных установок. Сушильный процесс для теоретической и действительной сушилок.
34. Увлажнение материалов в технологических процессах отрасли. Способы увлажнения.
35. Увлажнение сорбцией влаги из воздуха. Контактное увлажнение. Увлажнение паром. Технико-экономические показатели сушилок.
36. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы.
37. Котельные установки. Паровые и газовые турбины.
38. Теплообменные аппараты. Регенеративные и смешительные теплообменники.
39. Холодильные и теплонасосные установки.
40. Показатели эффективности: КПД, интенсивность теплообмена, отношение расходных теплоемкостей, коэффициент трансформации теплоты.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература**

#### **а) основная литература**

1. М.Г. Шатров. Теплотехника. – М.: Академия, 2011.- 287с.
2. Л.С. Мазур. Техническая термодинамика и теплотехника. – М.: ГЭОТАР – МЕД, 2010.- 350с.
3. Б.Я. Бендерский. Техническая термодинамика. Курс лекций. – М.: Высшая школа, 2005.- 375 с.
- В.А. Кудинов. З.М. Карташов. Техническая термодинамика. – М.: Высшая школа, 2005.- 264с.
4. ЭБС: Лань
5. [www.twirpx.com](http://www.twirpx.com)

*Имеется в библиотеке и на кафедре «Теплотехника и гидравлика»*

### **б) дополнительная литература**

1. Р.А-В. Турлуев, М.З. Мадаева Методические указания // Термодинамические параметры и процессы идеальных газов. Законы идеальных газов и газовые смеси. ГГНТУ.- 2010, 44 с.
2. Р.А-В. Турлуев, М.З. Мадаева Методические указания// Второй закон термодинамики. Реальные газы (пары) и их свойства. ГГНТУ.-2010, 18 с.
3. Р.А-В. Турлуев, М.З. Мадаева Методические указания// Основные законы теплообмена. ГГНТУ.- 2008, 25 с.

*Имеется в библиотеке и на кафедре «Теплотехника и гидравлика»*

### **в) программное и коммуникационное обеспечение**

1. Электронный конспект лекций и электронно-обучающий комплекс по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника»
2. Тесты для компьютерного тестирования студентов

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.

Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ.

Учебная аудитория кафедры "Т и Г", №2-21, №1-19<sup>б</sup> снабженная мультимедийными средствами для представления презентаций и показа учебных фильмов.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и с учетом рекомендаций ПрООП ВПО по направлению 21.05.03 - Технология геологической разведки



**РАЗРАБОТЧИК:**

Ст. преп. кафедры  
«Теплотехника и гидравлика»

/ Мадаева А.Д. /

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

/ Р.А-В. Турлуев /

Зав. выпускающей каф.  
«Прикладная геофизика и геоинформатика»  
доц.

/ Эльжаев А.С. /

Директор ДУМР доц.

/ Магомаева М.А. /