

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОКТФЛ

В.Ш. Мухаметшин

(подпись)

27.06.2024

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**(687) Теплотехника**

Направление подготовки (специальность): **21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии**

Направленность: **специализация «Технология бурения нефтяных и газовых скважин»**

Уровень высшего образования: **специалитет**

Форма обучения: **заочная;**

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: **Механика и технология машиностроения (МТМ);**

Трудоемкость дисциплины: **4 з.е. (144час)**

Октябрьский 2024

### 1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, предшествующие изучению данной дисциплины (исходя из формирования этапов по компетенциям): Информационные технологии; Ознакомительная практика; Основы геологии; Основы нефтегазового дела; Основы переработки нефти и нефтепродуктов; Основы разработки нефтяных и газовых месторождений; Системы искусственного интеллекта; Транспортирование нефти, газа и продуктов их переработки; Физика; Химия нефти и газа

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее (исходя из формирования этапов по компетенциям): Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика; Научно-исследовательская работа; Технологическая (проектно-технологическая) практика

Блок: Блок 1. Дисциплины (модули);

Обязательная или часть, формируемая участниками образовательных отношений (в том числе элективные дисциплины): Обязательная часть;

#### Форма обучения: заочная

| Семестр,<br>в котором<br>преподается<br>дисциплина | Трудоемкость дисциплины |       |             |     | Вид<br>промежуточной<br>аттестации |
|----------------------------------------------------|-------------------------|-------|-------------|-----|------------------------------------|
|                                                    | Зачетные единицы        | Часы  |             |     |                                    |
|                                                    |                         | Общая | В том числе |     |                                    |
|                                                    |                         |       | контактная  | СРО |                                    |
| 5                                                  | 4                       | 144   | 24          | 120 | диф.зачет;                         |
| ИТОГО:                                             | 4                       | 144   | 24          | 120 |                                    |

### 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| №<br>пп. | Формируемые компетенции                                                                                                                                                                                                     | Шифр/<br>индекс<br>компетенции |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1        | Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области физических процессов горного и нефтегазового производства | ОПК-7-4                        |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

| Шифр<br>компетенции | Индикаторы достижения компетенций                                                                                                   | Шифр<br>результата<br>обучения | Результат обучения                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-7               | ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства | З(ОПК-7)                       | Знать:<br>основные параметры, понятия и определения термодинамики; основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; законы сохранения массы и количества движения; |

| Шифр компетенции | Индикаторы достижения компетенций | Шифр результата обучения | Результат обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                   |                          | <p>формы передачи энергии; основные газовые процессы; условия работы тепловых машин, циклы холодильных и тепловых машин; основы теории теплообмена; понятие о динамическом и тепловом пограничных слоях, понятие теории подобия; основные положения конвективного теплообмена в потоках жидкостей и газов; виды теплосиловых установок, принципы действия ДВС и ГТУ</p>        |
|                  |                                   | У(ОПК-7)                 | <p>Уметь:</p> <p>использовать полученные теоретические знания при освоении специальных дисциплин нефтегазового направления; рассчитывать и анализировать температурные режимы систем и оборудования добычи, транспорта и переработки углеводородов</p>                                                                                                                         |
|                  |                                   | В(ОПК-7)                 | <p>Владеть:</p> <p>навыками работы на современных средствах вычислительной техники; навыками построения термодинамических процессов изменения идеального газа в диаграммах; навыками применения основных законов термодинамики и теплопередачи к решению конкретных прикладных задач; навыками расчетов количеств теплоты и работы в каждом из газовых процессов; навыками</p> |

| Шифр компетенции | Индикаторы достижения компетенций | Шифр результата обучения | Результат обучения                                                                              |
|------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                   |                          | использования уравнения энергии газового потока для расчетов идеальных и реальных газов и паров |

### 3. Структура дисциплины

#### 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость (всего и по семестрам, в часах)

**Форма обучения: заочная**

| Вид учебной работы                                                                                              | Всего и по семестрам, часы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5   | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|----|----|----|
| Контактная работа, всего в том числе:                                                                           | <b>24</b>                  |   |   |   |   | 24  |   |   |   |   |    |    |    |
| лекции (всего)                                                                                                  | <b>6</b>                   |   |   |   |   | 6   |   |   |   |   |    |    |    |
| -в т.ч. лекции on-line курс                                                                                     | <b>0</b>                   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |    |    |    |
| практические занятия (ПЗ)                                                                                       | <b>4</b>                   |   |   |   |   | 4   |   |   |   |   |    |    |    |
| -в т.ч. практические занятия on-line курс                                                                       | <b>0</b>                   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |    |    |    |
| лабораторные работы (ЛР)                                                                                        | <b>8</b>                   |   |   |   |   | 8   |   |   |   |   |    |    |    |
| -в т.ч. лабораторные работы on-line курс                                                                        | <b>0</b>                   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |    |    |    |
| контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))     | <b>4</b>                   |   |   |   |   | 4   |   |   |   |   |    |    |    |
| иная контактная работа (сдача зачета, экзамена, консультации)                                                   | <b>2</b>                   |   |   |   |   | 2   |   |   |   |   |    |    |    |
| проектная деятельность (ПД)                                                                                     | <b>0</b>                   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |    |    |    |
| Самостоятельная работа обучающихся (СРО), всего в том числе: (указать конкретный вид СРО)                       | <b>120</b>                 |   |   |   |   | 120 |   |   |   |   |    |    |    |
| выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы                                          | <b>20</b>                  |   |   |   |   | 20  |   |   |   |   |    |    |    |
| выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п | <b>0</b>                   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |    |    |    |
| изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку                                          | <b>75</b>                  |   |   |   |   | 75  |   |   |   |   |    |    |    |
| подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям                                                           | <b>18</b>                  |   |   |   |   | 18  |   |   |   |   |    |    |    |
| подготовка к сдаче зачета, экзамена                                                                             | <b>7</b>                   |   |   |   |   | 7   |   |   |   |   |    |    |    |
| иные виды работ обучающегося (при наличии)                                                                      | <b>0</b>                   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |    |    |    |
| освоение on-line курса                                                                                          | <b>0</b>                   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |    |    |    |
| самостоятельная проектная деятельность (СПД)                                                                    | <b>0</b>                   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |    |    |    |
| <b>ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>                                                                                      | <b>144</b>                 |   |   |   |   | 144 |   |   |   |   |    |    |    |

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий (в часах)

**Форма обучения: заочная**

| Номер темы<br>(раздела) | Название темы (раздела)                            | Семестр | Трудоемкость, часы |    |    |     |            | Шифр<br>результата обуче-<br>ния |
|-------------------------|----------------------------------------------------|---------|--------------------|----|----|-----|------------|----------------------------------|
|                         |                                                    |         | Л                  | ПЗ | ЛР | СРО | Всего      |                                  |
| 1                       | Техническая термодинамика                          | 5       | 2                  | 2  | 4  | 45  | <b>53</b>  | З(ОПК-7)<br>У(ОПК-7)<br>В(ОПК-7) |
| 2                       | Теория теплообмена                                 | 5       | 2                  | 2  | 0  | 37  | <b>41</b>  | З(ОПК-7)<br>У(ОПК-7)<br>В(ОПК-7) |
| 3                       | Промышленная теплотехника (теплосиловые установки) | 5       | 2                  | 0  | 4  | 38  | <b>44</b>  | З(ОПК-7)<br>В(ОПК-7)             |
|                         | <b>ИТОГО:</b>                                      |         | 6                  | 4  | 8  | 120 | <b>138</b> |                                  |

#### 4.2. Содержание лекционного курса

| №<br>пп. | Номер раздела                                        | Название темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Трудоемкость,<br>часы |                  |         |
|----------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|---------|
|          |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | очная                 | очно-<br>заочная | заочная |
| 1        | 1-Техническая термодинамика                          | <b>Основные понятия и определения технической термодинамики</b><br>Основные понятия и определения технической термодинамики. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Термодинамические процессы. Обратимые и необратимые, равновесные и неравновесные процессы. Уравнение состояния идеального газа. Смеси идеальных газов. Реальные газы. Теплота. Работа. Внутренняя энергия. Энтальпия               |                       |                  | 1       |
| 2        | 1-Техническая термодинамика                          | <b>Анализ основных термодинамических процессов идеальных газов. Политропный процесс и его обобщающее значение</b><br>Анализ основных термодинамических процессов идеальных газов: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный. Политропный процесс и его обобщающее значение. Расчеты количества теплоты и работы в каждом из перечисленных процессов                                                               |                       |                  | 1       |
| 3        | 2-Теория теплообмена                                 | <b>Теория теплообмена. Основные понятия и определения. Способы переноса теплоты и виды теплообмена</b><br>Теория теплообмена. Основные понятия и определения. Способы переноса теплоты и виды теплообмена. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Теплопроводность через плоскую и цилиндрическую одно- и многослойную стенку. |                       |                  | 1       |
| 4        | 2-Теория теплообмена                                 | <b>Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Основы теории подобия</b><br>Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Основы теории подобия. Уравнения конвективного теплообмена. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при кипении и конденсации                                                                                                           |                       |                  | 1       |
| 5        | 3-Промышленная теплотехника (теплосиловые установки) | <b>Промышленная теплотехника (теплосиловые установки)</b><br>Двигатель внутреннего сгорания: принцип действия, классификация. Идеальные реальные циклы ДВС.<br>Котельные установки (парогенераторы): общая схема КУ, ее значение. Тепловой баланс и КПД котельного агрегата.<br>Газотурбинные установки: принцип действия и основные виды. Идеальные и реальные циклы газотурбинных установок. КПД ГТУ                   |                       |                  | 1       |
| 6        | 3-Промышленная теплотехника (теплосиловые установки) | <b>Топливо. Энергосбережение</b><br>Топливо и его характеристики. Классификация топлива. Энергосбережение. Экономия энергии в промышленности. Тепловая защита зданий и сооружений.                                                                                                                                                                                                                                       |                       |                  | 1       |
| -        |                                                      | <b>ИТОГО:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |                  | 6       |

#### 4.3. Перечень лабораторных работ

| Номер раздела                                         | № ЛР | Название лабораторной работы                                                                                                                                    | Трудоемкость, часы |              |         |
|-------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|---------|
|                                                       |      |                                                                                                                                                                 | очная              | очно-заочная | заочная |
| 1-Техническая термодинамика                           | 2    | <b>Измерение температуры, давления, влажности воздуха</b><br>Измерение температуры, давления, влажности воздуха                                                 |                    |              | 4       |
| 3-Промышленная теплотехника (теп-лосиловые установки) | 6    | <b>Определение теплоотдачи от реальных объектов с помощью переносных приборов</b><br>Определение теплоотдачи от реальных объектов с помощью переносных приборов |                    |              | 4       |
| -                                                     |      | <b>ИТОГО:</b>                                                                                                                                                   |                    |              | 8       |

#### 4.4. Перечень практических занятий

| Номер раздела               | № ПЗ | Тема практического занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Трудоемкость, часы |              |         |
|-----------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|---------|
|                             |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | очная              | очно-заочная | заочная |
| 1-Техническая термодинамика | 1    | <b>Газовые смеси. Теплоемкость газов</b><br>Массовые доли. Объемные доли. Перевод массовых долей в объемные. Перевод объемных долей в массовые. Плотность, удельный объем, кажущееся молекулярные массы, газовые постоянные смеси. Парциальные давления. Мольная, массовая, объемная теплоемкости. Средняя и истинная теплоемкости. Различают истинную и среднюю теплоемкости:<br>а) мольную - при постоянном объеме и постоянном давлении;<br>б) массовую - при постоянном объеме и постоянном давлении;<br>в) объемную - при постоянном объеме и постоянном давлении.<br>Уравнение Майера. Показатель адиабаты, зависимость адиабаты от температуры |                    |              | 1       |
| 1-Техническая термодинамика | 2    | <b>Основные газовые процессы</b><br>Основные газовые процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный.<br>Изобарный процесс - закон Гей-Люссака.<br>Изотермический процесс - закон Бойля-Мариотта.<br>Адиабатный процесс- процесс протекающий без теплообмена с окружающей средой. Показатель адиабаты, зависит от атомности газа.<br>Политропный процесс - в котором удельная теплоемкость остается постоянной величиной, а линию процесса называют политропой. Политропы - это кривые, описывающие газовые процессы, в которых происходит изменение всех термодинамических параметров. Показатель политропы                  |                    |              | 1       |
| 2-Теория теплообмена        | 3    | <b>Теплопроводность, конвективный теплообмен, теплообмен излучением, теплопередача</b><br>Стационарная и нестационарная теплопроводность. Коэффициент теплопроводности. Однородная плоская стенка и многослойная плоская стенка. Цилиндрическая стенка: однослойная и многослойная. Конвективный теплообмен. Коэффициент теплоотдачи. Закон Ньютона-Рихмана. Естественное и вынужденное движение (конвекция) жидкости.                                                                                                                                                                                                                                |                    |              | 1       |
| 2-Теория теплообмена        | 4    | <b>Теплообмен излучением. Теплопередача</b><br>Теплообмен излучением. Абсолютное черное тело. Степень черноты. Коэффициент излучения. Коэффициент теплопередачи. Критерии подобия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |              | 1       |
| -                           |      | <b>ИТОГО:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |              | 4       |

#### 4.5. Виды СРО

| Номер раздела                                        | Вид СРО                                                                | Трудоемкость, часы |              |         |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|---------|
|                                                      |                                                                        | очная              | очно-заочная | заочная |
| 1-Техническая термодинамика                          | подготовка к сдаче зачета, экзамена                                    |                    |              | 3       |
| 1-Техническая термодинамика                          | подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям                  |                    |              | 8       |
| 1-Техническая термодинамика                          | выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы |                    |              | 4       |
| 1-Техническая термодинамика                          | изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку |                    |              | 30      |
| 2-Теория теплообмена                                 | подготовка к сдаче зачета, экзамена                                    |                    |              | 2       |
| 2-Теория теплообмена                                 | подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям                  |                    |              | 5       |
| 2-Теория теплообмена                                 | выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы |                    |              | 4       |
| 2-Теория теплообмена                                 | изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку |                    |              | 26      |
| 3-Промышленная теплотехника (теплосиловые установки) | подготовка к сдаче зачета, экзамена                                    |                    |              | 2       |
| 3-Промышленная теплотехника (теплосиловые установки) | подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям                  |                    |              | 5       |
| 3-Промышленная теплотехника (теплосиловые установки) | выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы |                    |              | 12      |
| 3-Промышленная теплотехника (теплосиловые установки) | изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку |                    |              | 19      |
| -                                                    | ИТОГО:                                                                 |                    |              | 120     |

#### Темы для самостоятельной работы обучающихся

##### Раздел 1. Техническая термодинамика

Тепловой расчет поршневого двигателя внутреннего сгорания с турбонаддувом

##### Раздел 2. Теория теплообмена

Тепловой расчет поршневого двигателя внутреннего сгорания с турбонаддувом

##### Раздел 3. Промышленная теплотехника (теплосиловые установки)

Тепловой расчет поршневого двигателя внутреннего сгорания с турбонаддувом

#### 5. Формы текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации

Перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен Фонде оценочных средств (приложение Б).

#### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

Сведения об обеспеченности дисциплины основной, дополнительной и учебно-методической литературой приведены в формах № 1-УЛ и № 2-УЛ (приложение А).

##### 6.2. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины

| Названия современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины | Ссылки на официальные сайты                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| eLIBRARY.RU - научная электронная библиотека                                                                               | <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>               |
| Библиотека справочных материалов Wikipedia                                                                                 | <a href="http://wikipedia.ru">http://wikipedia.ru</a>                 |
| Дистанционное обучение                                                                                                     | <a href="http://do.rusoil.net/">http://do.rusoil.net/</a>             |
| Журнал "Нефтегазовое дело"                                                                                                 | <a href="http://www.ogbus.ru">http://www.ogbus.ru</a>                 |
| Электронно-библиотечная система "Инфра-М"                                                                                  | <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>                 |
| Электронно-библиотечная система "Лань"                                                                                     | <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>             |
| Электронный каталог УГНТУ в интернете                                                                                      | <a href="http://www.bibl.rusoil.net/">http://www.bibl.rusoil.net/</a> |
| Юридический сайт "Консультант плюс"                                                                                        | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>     |

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 7.1. Перечень специальных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр., используемых при реализации дисциплины с перечнем основного оборудования

| № пп | Номер помещения | Оснащенность помещения (перечень основного оборудования)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Наименование помещения                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | 1-102           | Компьютер в комплекте Intel (монитор LG, клавиша Genius, мышь Genius, сетев. разветв. Bu(4)); Компьютер в сборе (жест. диск 3,5, мат. плата, монитор ACER, опер. память, проц, клавиша, мышь)(1); Доступ к электронной информационно-образовательной среде (Корпоративная информационная система УГНТУ); Доступ в интернет;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации. |
| 2    | 1-121           | 3D Принтер Anycubic 4 max pro(1); Датчик давления МИДА-ДИ-123П-ВН-У2-0,5/10МПа-01-М20-Б(1); Модель 8-й цилиндрический двигатель(1); Монитор Acer AL1516A TFT 15"**(1); Монитор LG L1918S-SN**(1); Насос UP 15-14 D (1/2") B80(1); Системный блок Intel Pentium 4 631.512Mb**(1); Термостат автоматический прецизионный для определения кинемат. вязкости(1); Установка УУПН-2м(1); Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1); Барометр Бриг БМ 91212-М; Барометр Бриг БМ 91229-М; Бытовой кондиционер; Ватметр 2 шт.; Датчик давления МИДА-ДИ-123П-ВН-У2-0,5; Измеритель теплоемкости ИТ-С-400; Измеритель теплоемкости ИТЭМ-1М; Компьютер Celeron 400; Компьютер АТ 486; Лабораторное оборудование для лаборатории: "Теплотехника и термодинамика"; Модель 8-й цилиндрический двигатель; Насос UP 15-14 D; Плакаты (750*1070) по уч. р. 7 шт.; Плакаты по учебно-метод. работе 3 шт.; Потенциометр Р-306; Потенциометр ЭВМ-2-09; Потенциостат; Термостат автоматический прецизионный для определения кинемат. вязкости; Установки "Исследование изотермического сжатия CO <sub>2</sub> с фазовым переходом"; "Исследование конвективного теплообмена в различных средах"; "Исследование коэффициента теплопроводности стационарным и нестационарным методом"; "Установка по исследованию тепл.; Факс модем; Электронный автоматический потенциометр; Столы, стулья | Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности.                                                                                                                                                                     |

|   |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | 1-121 | 3D Принтер Anycubic 4 max pro(1);Датчик давления МИДА-ДИ-123П-ВН-У2-0,5/10МПа-01-М20-Б(1);Модель.8-й цилиндрический двигатель(1);Монитор Acer AL1516A TFT 15"**(1);Монитор LG L1918S-SN***(1);Насос UP 15-14 D (1/2") В80(1);Системный блок Intel Pentium 4 631.512Мб***(1);Термостат автоматический прецизионный для определения кинемат.вязкости(1);Установка УУПН-2м(1);Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1);Барометр Бриг БМ 91212-М;Барометр Бриг БМ 91229-М;Бытовой кондиционер;Ватметр 2 шт.;Датчикдавления МИДА-ДИ-123П-ВН-У2-0,5;Измеритель теплоемкости ИТ-С-400;Измеритель теплоемкости ИТЭМ-1М;Компьютер Celeron 400;Компьютер АТ 486;Лабораторное оборудование для лаборатории: "Теплотехника и термодинамика";Модель. 8-й цилиндрический двигатель;Насос UP 15-14 D;Плакаты (750*1070) по уч. р. 7 шт.;Плакаты по учебно-метод. работе 3 шт.;Потенциометр Р-306;Потенциометр ЭВМ-2-09;Потенциостат;Термостат автоматический прецизионный для определения кинемат. вязкости;Установки "Исследование изотермического сжатия CO <sub>2</sub> с фазовым переходом"; "Исследование конвективного теплообмена в различных средах"; "Исследование коэффициента теплопроводности стационарным и нестационарным методом"; "Установка по исследованию тепл;Факс модем;Электронный автоматический потенциометр;Шкаф(ы) для хранения | Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования                                                                                                                                                                                                                    |
| 4 | 1-321 | IP-камера КСМ-3911(6);Лампа с оригинальным модулем для проектора EPSON EB-X12(1);Монитор ЖК Acer V22 3HQBB(1);Ноутбук Sony Vaio Sve 1713E1R/B(1);Сервер INTEL(1);Сервер Intel(1);Сервер Кламас(1);Сервер в сборе INTEL SR2612URR(1);Шкаф монтажный телекоммуникационный 19" напольный (600*1000*2055)(1);Шкаф(ы) для хранения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования                                                                                                                                                                                                                    |
| 5 | 1-402 | Интерактивная система Panasonic Elite Panaboard с проектором Vivitek(1);Компьютер в компл.Intel Core3.1(монитор19" PHILIPS,клав Genius.мышьGenius)(1);Проектор (каб. 402)(1);Стенд "Структурно-логическая связь"(1);Ноутбук ASUS K50IJ T3100/2G/250G/DVD-SMulti 15.6 HD;Учебно-наглядные пособия по дисциплине,набор демонстрационного оборудования; Столы, стулья;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей). |
| 6 | 1-410 | Компьютер в комплекте Intel (монитор LG,клава Genius.мышьGenius,сетев.разветв Bu(7);Столы, стулья                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций                                                                                                                                                                                                                         |
| 7 | 1-410 | Компьютер в комплекте Intel (монитор LG,клава Genius.мышьGenius,сетев.разветв Bu(7);Столы, стулья                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Учебная аудитория для проведения курсового проектирования – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения                                                                                                                                                |

|   |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                             |
|---|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8 | 1-411 | Компьютер в комплекте Intel (монитор LG,клава Genius.мышьGenius,сетев.разветв Bu(1);Мультимедийный проектор Epson EB-X12 (1024*768)(1);Фотостенд "Кафедра механики и технологии машиностроения"(1,2м*1,2м)(1);Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1);Столы, стулья | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.         |
| 9 | 1-411 | Компьютер в комплекте Intel (монитор LG,клава Genius.мышьGenius,сетев.разветв Bu(1);Мультимедийный проектор Epson EB-X12 (1024*768)(1);Фотостенд "Кафедра механики и технологии машиностроения"(1,2м*1,2м)(1);Экран для проектора настенный рулонный 180*180см(1);Столы, стулья | Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения. |

## 7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемых в учебном процессе при освоении дисциплины

| № пп. | Наименование ПО                            | Лицензионная чистота<br>(реквизиты лицензии,свидетельства о гос. регистрации и т.п., срок действия) |
|-------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | AVP Kaspersky Lab                          | Дата выдачи лицензии 18.01.2013                                                                     |
| 2     | eLIBRARY.RU                                | Дата выдачи лицензии 26.11.2012                                                                     |
| 3     | Microsoft Office 2003 Suites               | Дата выдачи лицензии 26.11.2012                                                                     |
| 4     | Office Professional Plus 2010<br>MICROSOFT | Дата выдачи лицензии 26.11.2012                                                                     |
| 5     | Office 2007 Open License                   | Дата выдачи лицензии 10.12.2009, Поставщик: ЗАО "СофтЛайн Трейд"                                    |
| 6     | Антивирус Kaspersky                        | Дата выдачи лицензии 27.10.2010                                                                     |
| 7     | Консультант-плюс                           | Дата выдачи лицензии 01.01.2000, Поставщик: ООО Компания Права "Эксперт"                            |

## 8. Организация обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся по данной образовательной программе, разрабатывается индивидуальная программа освоения дисциплины с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

## Приложение А

Форма № УЛ-1

### СВЕДЕНИЯ

#### об обеспеченности дисциплины основной и дополнительной учебной литературой

Наименование дисциплины: (687) Теплотехника

Направление подготовки (специальность): 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Направленность: специализация «Технология бурения нефтяных и газовых скважин»

Форма обучения: заочная

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Механика и технология машиностроения (МТМ)

| Тип                                                                      | Назначение учебных изданий | Семестр |              |         | Библиографическое описание                                                                                                                                 | Кол-во экз. | Адрес нахождения электронного учебного издания                  | Коэффициент обеспеченности |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------|--------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                                                          |                            | очная   | очно-заочная | заочная |                                                                                                                                                            |             |                                                                 |                            |
| 1                                                                        | 2                          | 3       | 4            | 5       | 6                                                                                                                                                          | 7           | 8                                                               | 9                          |
| Основная литература                                                      | Для изучения теории;       |         |              | 5       | Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 424 с., ил.                                   | 1           | <a href="http://www.znanium.com">http://www.znanium.com</a>     | 1.00                       |
| Дополнительная литература                                                | Для изучения теории;       |         |              | 5       | Круглов, Г. А. Теплотехника : учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 208 с. | 1           | <a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a> | 1.00                       |
| Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 7 и 9 - библиотекой |                            |         |              |         |                                                                                                                                                            |             |                                                                 |                            |

**СВЕДЕНИЯ**  
**об обеспеченности дисциплины учебно-методическими изданиями**

Наименование дисциплины: (687) Теплотехника

Направление подготовки (специальность): 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Направленность специализация «Технология бурения нефтяных и газовых скважин»

Форма обучения заочная:

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Механика и технология машиностроения (МТМ):

| Назначение учебных изданий                                                 | Семестр |              |         | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                          | Кол-во экз. |                        | Адрес нахождения электронного учебного издания              | Коэффициент обеспеченности |
|----------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                                                            | очная   | очно-заочная | заочная |                                                                                                                                                                                                                                     | Всего       | в том числе на кафедре |                                                             |                            |
| 1                                                                          | 2       | 3            | 4       | 5                                                                                                                                                                                                                                   | 6           | 7                      | 8                                                           | 9                          |
| Для выполнения лабораторных работ;                                         |         |              | 5       | Измерение температуры, давления и влажности воздуха : учебно-методическое пособие к выполнению лабораторной работы № 2 / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2023. - 869 Кб.                                   | 1           | 0                      | <a href="http://bibl.rusoil.net">http://bibl.rusoil.net</a> | 1.00                       |
| Для выполнения лабораторных работ;                                         |         |              | 5       | Энергетическое обследование зданий и сооружений. Приборы и методическое обеспечение : учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ № 6, 7 / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2023. - 607 Кб. | 1           | 0                      | <a href="http://bibl.rusoil.net">http://bibl.rusoil.net</a> | 1.00                       |
| Для выполнения СРО; Для выполнения практических занятий;                   |         |              | 5       | Термодинамика и теплопередача: учебно-методическое пособие к проведению практических занятий и самостоятельных работ / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2021. - 1,60 Мб.                                    | 1           | 0                      | <a href="http://bibl.rusoil.net">http://bibl.rusoil.net</a> | 1.00                       |
| Для выполнения СРО; Для выполнения практических занятий;                   |         |              | 5       | Теория теплообмена: учебно-методическое пособие к проведению практических занятий и самостоятельных работ / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2021. - 1,27 Мб.                                               | 1           | 0                      | <a href="http://bibl.rusoil.net">http://bibl.rusoil.net</a> | 1.00                       |
| Для выполнения курсовых работ (проектов);                                  |         |              | 5       | Тепловой расчет поршневого двигателя внутреннего сгорания с турбонаддувом : учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы / сост.: И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов. - Уфа : УГНТУ, 2021. - 767 Кб.                     | 1           | 0                      | <a href="http://bibl.rusoil.net">http://bibl.rusoil.net</a> | 1.00                       |
| Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 6,7 и 9 - библиотекой |         |              |         |                                                                                                                                                                                                                                     |             |                        |                                                             |                            |

## Приложение Б

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОКТФЛ

\_\_\_\_\_ В.Ш. Мухаметшин

27.06.2024

### Фонд оценочных средств по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (687) Теплотехника

Направление подготовки (специальность): 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

Направленность: специализация «Технология бурения нефтяных и газовых скважин»

Уровень высшего образования: специалитет

Форма обучения: заочная

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Механика и технология машиностроения (МТМ);

Трудоемкость дисциплины: 4 з.е. (144час)

Октябрьский 2024

### 1. Паспорт фонда оценочных средств

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Шифр результата обучения | Результат обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Индикатор достижения компетенций                                                                                                    | Показатели достижения результатов освоения компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Вид оценочного средства                                                                                         |
|-------|------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Техническая термодинамика                | В(ОПК-7)                 | навыками работы на современных средствах вычислительной техники; навыками построения термодинамических процессов изменения идеального газа в диаграммах; навыками применения основных законов термодинамики и теплопередачи к решению конкретных прикладных задач; навыками расчетов количеств теплоты и работы в каждом из газовых процессов; навыками использования уравнения энергии газового потока для расчетов идеальных и реальных газов и паров | ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства | демонстрирует знания основных термодинамических параметров и основных законов термодинамики; показывает зависимости основных законов термодинамики; показывает изменение термодинамических параметров газового потока, характер течения газа через сопла и диффузоры; показывает характер изменения основных параметров воды и водяного пара по диаграммам зависимостей $p-v$ -, $T-s$ - и $i-s$ ; демонстрирует знания процесса дросселирования и эффекта Джоуля-Томсона; показывает знания принципов работы тепловых машин; демонстрирует знания определений основных законов передачи тепловой энергии; демонстрирует знания опре- | Курсовая работа (проект)<br>Лабораторная работа<br>Письменный и устный опрос<br>Разноуровневые задачи и задания |

|  |  |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                           |
|--|--|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  |  |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                     | делений динамического и теплового пограничного слоев; решает задачи с применением критериев подобия, применяемых в тепло-технике.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           |
|  |  | 3(ОПК-7) | основные параметры, понятия и определения термодинамики; основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; законы сохранения массы и количества движения; формы передачи энергии; основные газовые процессы; условия работы тепловых машин, циклы холодильных и тепловых машин; основы теории теплообмена; понятие о динамическом и тепловом пограничных слоях, понятие теории подобия; основные положения конвективного теплообмена в потоках жидкостей и газов; виды теплосиловых установок, принципы действия ДВС и ГТУ | ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства | называет основные термодинамические параметры и основные законы термодинамики и теплопередачи; называет основные газовые процессы; называет фазовые состояния воды и основные параметры воды и водяного пара; называет виды каналов переменного сечения; называет способы передачи тепловой энергии; рассказывает принцип работы тепловых машин и холодильных установок; дает определения основных термодинамических процессов идеальных газов и записывает зависимости основных параметров в них; записывает основные формулы основных законов термодинамики; рассказыва- | Письменный и устный опрос |

|  |  |          |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                   |
|--|--|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |          |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                     | ет о способах определения основные термодинамических параметрах воды и водяного пара; характеризует изменение термодинамических параметров газового потока, характер течения газа через сопла и диффузоры; рассказывает об основах процесса дросселирования и эффекте Джоуля-Томсона, записывает коэффициент Джоуля-Томсона.                                                                      |                                                                                   |
|  |  | У(ОПК-7) | использовать полученные теоретические знания при освоении специальных дисциплин нефтегазового направления; рассчитывать и анализировать температурные режимы систем и оборудования добычи, транспорта и переработки углеводородов | ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства | поясняет основные термодинамические параметры; объясняет процессы передачи тепла с помощью законов термодинамики; анализирует работу тепловых машин по циклам Карно; объясняет основные термодинамические процессы идеальных газов и поясняет изменения основных параметров в них; анализирует основные термодинамические параметры воды и водяного пара по $p_v$ -, $T_s$ - и $i_s$ -диаграммам; | Лабораторная работа<br>Письменный и устный опрос<br>Разноразовые задачи и задания |

|   |                    |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                        |
|---|--------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                    |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                     | объясняет изменение термодинамических параметров газового потока при течении через сопла и диффузоры; объясняет процесс дросселирования и эффект Джоуля-Томсона.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                        |
| 2 | Теория теплообмена | В(ОПК-7) | навыками работы на современных средствах вычислительной техники; навыками построения термодинамических процессов изменения идеального газа в диаграммах; навыками применения основных законов термодинамики и теплопередачи к решению конкретных прикладных задач; навыками расчетов количеств теплоты и работы в каждом из газовых процессов; навыками использования уравнения энергии газового потока для расчетов идеальных и реальных газов и паров | ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства | демонстрирует знания основных понятий теории теплообмена, основные формы передачи тепловой энергии; демонстрирует понятия «температурное поле», «температурный градиент», «тепловой поток»; выполняет расчет величины теплового потока различными способами передачи тепла; демонстрирует знания определений динамического и теплового пограничного слоев; решает задачи с использованием основных критериев подобия, применяемые в термодинамике; показывает основные положения теплообмена в ламинарном и турбулентном потоках жидкостей и газов; выпол- | Курсовая работа (проект) Лабораторная работа Письменный и устный опрос Разноразличные задачи и задания |

|  |  |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                           |
|--|--|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  |  |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                     | няет задания по расчету рекуперативных теплообменных аппаратов; демонстрирует знания о дроссельном эффекте Джоуля-Томсона; решает задачи с определением коэффициента Джоуля-Томсона.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |
|  |  | 3(ОПК-7) | основные параметры, понятия и определения термодинамики; основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; законы сохранения массы и количества движения; формы передачи энергии; основные газовые процессы; условия работы тепловых машин, циклы холодильных и тепловых машин; основы теории теплообмена; понятие о динамическом и тепловом пограничных слоях, понятие теории подобия; основные положения конвективного теплообмена в потоках жидкостей и газов; виды теплосиловых установок, принципы действия ДВС и ГТУ | ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства | рассказывает основные понятия теории теплообмена, называет основные виды переноса теплоты; дает определения основных законов передачи тепловой энергии; дает определения динамического и теплового пограничного слоев; рассказывает о теории подобия и ее применении в теплотехнике; рассказывает о передаче тепла при движении жидкости, кипении и конденсации; рассказывает принцип работы тепловой трубы; называет основные виды переноса теплоты; дает определения понятиям «температурное поле», «температурный гра- | Письменный и устный опрос |

|  |  |          |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                   |
|--|--|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |          |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                     | диент», «тепловой поток»; записывает основные формулы для определения теплового потока различными способами передачи тепла; записывает основные критерии подобия, применяемые в теплотехнике; записывает схемы к видам переноса теплоты; рассказывает основные положения теплообмена в ламинарном и турбулентном потоках жидкостей и газов; называет виды теплообменных аппаратов, рассказывает об особенностях передачи тепла в них. |                                                                                   |
|  |  | У(ОПК-7) | использовать полученные теоретические знания при освоении специальных дисциплин нефтегазового направления; рассчитывать и анализировать температурные режимы систем и оборудования добычи, транспорта и переработки углеводородов | ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства | объясняет принципы передачи тепловой энергии различными способами; поясняет понятия «температурное поле», «температурный градиент», «тепловой поток»; анализирует результаты расчетов по передаче тепла; анализирует результаты расчетов величин теплового пото-                                                                                                                                                                      | Лабораторная работа<br>Письменный и устный опрос<br>Разноразовые задачи и задания |

|   |                                                    |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                              |
|---|----------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                    |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                     | ка при различных способах передачи тепла; объясняет понятия динамического и теплового пограничного слоев; поясняет применение основных критериев подобия, применяемых в теплотехнике; анализирует измеренные тепловые и теплофизические величины, характеризующие термодинамические процессы и процессы теплообмена.                                                                      |                                                                              |
| 3 | Промышленная теплотехника (теплосиловые установки) | В(ОПК-7) | навыками работы на современных средствах вычислительной техники; навыками построения термодинамических процессов изменения идеального газа в диаграммах; навыками применения основных законов термодинамики и теплопередачи к решению конкретных прикладных задач; навыками расчетов количеств теплоты и работы в каждом из газовых процессов; навыками использования уравнения энергии газового потока для рас- | ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства | демонстрирует знания принципа работы промышленных теплосиловых установок; показывает результаты расчетов цикла ДВС; показывает результаты расчетов котельной установки; демонстрирует знания характеристик различных видов топлив, применяемых в теплосиловых установках; демонстрирует знания методов проведения теоретических и экспериментальных теплотехнических исследований; демон- | Курсовая работа (проект)<br>Лабораторная работа<br>Письменный и устный опрос |

|  |  |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                           |
|--|--|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  |  |          | четов идеальных и реальных газов и паров                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                     | стрирует знания методов измерений термодинамических параметров.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                           |
|  |  | 3(ОПК-7) | основные параметры, понятия и определения термодинамики; основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; законы сохранения массы и количества движения; формы передачи энергии; основные газовые процессы; условия работы тепловых машин, циклы холодильных и тепловых машин; основы теории теплообмена; понятие о динамическом и тепловом пограничных слоях, понятие теории подобия; основные положения конвективного теплообмена в потоках жидкостей и газов; виды теплосиловых установок, принципы действия ДВС и ГТУ | ОПК-7.1 Проявляет понимание физических основ и особенностей основных технологических процессов горного и нефтегазового производства | дает определения основным факторам, влияющим на тепловые и эксплуатационные характеристики основных видов топлив энергетических установок; называет теплотехнические установки, применяемые в нефтяной промышленности; называет основные технические мероприятия, способствующие эффективному использованию теплоэнергетических ресурсов; рассказывает принципы действия и устройство ПТУ, ДВС и ГТУ; записывает схемы циклов, по которым работают ПТУ, ДВС и ГТУ. | Письменный и устный опрос |

## 2. Перечень оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

| п/п | Вид оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде | Шкала оценки                                     |
|-----|-------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1   | 2                       | 3                                          | 4                                         | 5                                                |
| 1   | Курсовая работа         | Конечный продукт, получаемый в ре-         | Темы типовых групповых или                | оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если |

|   |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | (проект)                  | зультате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. | индивидуальных проектов и типовое задание на курсовой проект (работу)                                                                                                                    | обучающийся ясно изложил условие КР, решение обосновал точной ссылкой на изученный материал. Ответ пояснил графическими зависимостями, полученными по результатам расчетов. Изложил выводы, полученные в ходе решения КР. Ответ на теоретический вопрос раскрыт полностью.<br>оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если обучающийся ясно изложил условие задачи, но в обосновании решения имеются сомнения. Есть затруднения в ответах по графическим зависимостям, полученными по результатам расчетов.<br>Изложил неполные выводы, полученные в ходе решения КР. Ответ на теоретический вопрос раскрыт неполностью<br>оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил условие КР, но решение обосновал формулировками при неполном использовании понятийного аппарата дисциплины<br>оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если обучающийся не уяснил условие КР, решение не обосновал |
| 2 | Лабораторная работа       | Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по лабораторным исследованиям                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Темы, задания для выполнения лабораторных работ; вопросы и требования к их защите                                                                                                        | оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если лабораторные исследования проведены на высшем уровне в полном соответствии с методикой.<br>оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если в целом получены необходимые результаты лабораторных исследований без нарушения указанной методики.<br>оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если при необходимости проведения дополнительных лабораторных исследований для получения необходимых результатов.<br>оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если лабораторная работа выполнена с нарушениями указанной методики и результаты исследований не соответствуют действительным результатам                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3 | Письменный и устный опрос | Оценочное средство для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Позволяет выявить и восполнить пробелы в знаниях; повторить, закрепить, систематизировать материал; оценить знания, умения, теоретические и практические навыки; определить уро-                                                                                                                                                                                     | Совокупность вопросов, заданий, упражнений, тестов для выполнения контрольных работ, домашних заданий, РГР и иных учебных работ. Комплект билетов для текущей и промежуточной аттестации | оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Излагаемый материал подкрепляется примерами. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания основных законов технической термодинамики и теории теплообмена. Соблюдаются нормы литературной речи<br>оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если ответы на поставленные вопросы излагаются система-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|   |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                 | вень сформированных у студентов компетенций по дисциплине (модулю)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                         | <p>тизировано и последовательно. Основные законы технической термодинамики используются, но в недостаточном объеме раскрывается их суть. Материал излагается уверенно. Излагаемый материал подкрепляется примерами. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи</p> <p>оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если допускаются нарушения в последовательности изложения учебного материала. Имеются упоминания об отдельных законах технической термодинамики, однако изложение сути вопроса вызывает затруднения. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом даются ответы. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.</p> <p>оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрывается суть основных законов термодинамики и способов передачи тепла. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи</p> |
| 4 | Разноуровневые задачи и задания | <p>Различают задачи и задания:</p> <p>а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;</p> <p>б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных</p> | Комплект разноуровневых задач и заданий | <p>оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если обучающийся ясно изложил условие задачи, решение обосновал точной ссылкой на изученный материал</p> <p>оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил условие задачи, решение обосновал точной ссылкой на изученный материал, но не сразу, а после наводящих вопросов</p> <p>оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил условие задачи, но решение обосновал формулировками при неполном использовании понятийного аппарата дисциплины</p> <p>оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если обучающийся не уяснил условие задачи, решение не обосновал</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|  |  |                                                                                                                                                                                      |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | связей;<br>в) творческого уровня, позволяющие<br>оценивать и диагностировать умения, ин-<br>тегрировать знания различных областей,<br>аргументировать собственную точку зре-<br>ния. |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

## Приложение В

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

### Письменный и устный опрос.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Институт нефти и газа федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»  
(филиал в г. Октябрьском)  
Кафедра механики и технологии машиностроения

Билет на дифференцированный зачет № 1  
по дисциплине «Теплотехника»  
по направлению подготовки 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии  
профиль Технология бурения нефтяных и газовых скважин

1. Термодинамика и ее задачи. Тепловая энергия и ее роль в современной энергетике.
2. Теплообмен при течении вдоль пластины.
3. В резервуаре содержится 100 кг углекислого газа при температуре  $t_1 = 80^\circ\text{C}$  и давлении  $P_1 = 1$  МПа. После выпуска части газа давление в резервуаре стало  $P_2 = 0,2$  МПа, а температура  $t_2 = 30^\circ\text{C}$ . Определить массу выпущенного газа и показатель политропы.

Лектор

О.В. Филимонов

Пример ответа:

1. Термодинамика – это раздел физики, который представляет собой науку о превращениях различных видов энергии друг в друга.

Термодинамика может быть разделена на части:

- Общую (или физическую) термодинамику, изучающую превращения энергии в жидких, твердых и газообразных телах, излучения различных тел, магнитные и электрические явления, устанавливающие математические зависимости между термодинамическими величинами.
- Химическую термодинамику, которая на основе общих законов термодинамики изучает химические, тепловые, физико–химические процессы, равновесие и влияние на равновесие внешних условий.

- Техническую термодинамику, которая рассматривает закономерности взаимного превращения теплоты в работу. Устанавливает взаимосвязь между тепловыми, механическими и химическими процессами, которые совершаются в тепловых и холодильных машинах, изучает процессы, происходящие в газах, парах, а так же свойства этих тел при различных физических условиях.

Термодинамика базируется на двух основных законах или началах термодинамики:

Первое начало термодинамики является тепловым приложением всеобщего закона природы – закона превращения и сохранения энергии.

Второе начало термодинамики, которое устанавливает условия протекания и направленность макроскопических процессов в системах, состоящих из большого количества частиц.

Два закона термодинамики в начале XX века были дополнены еще одним опытным положением – тепловой теоремой Нернста, которая позволяет определить свойства тел при низких температурах, используется главным образом в химической промышленности и имеет ограниченное применение. В последние годы все с большим беспокойством говорят о повышении концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Это может оказать существенное влияние на изменение экосистемы всей планеты. Если эти

опасения подтверждаются, человечеству в не таком уж отдаленном будущем придется резко ограничить потребление углеродсодержащих топлив. Кроме выбросов  $\text{CO}_2$  топливосжигающие и теплоэнергетические установки производят тепловые загрязнения (выбросы нагретой воды и газов), химические (оксиды серы и азота), золу и сажу, которые с увеличением масштаба производства также создают серьезные проблемы.

Однако экономические факторы стимулируют резкое увеличение степени использования добываемого топлива. Вместе с тем пока еще энергетическая эффективность многих технологических процессов чрезвычайно низка, ибо технологи, разрабатывая соответствующие процессы, зачастую не ставили во главу угла вопросы экономии топлива.

Высокие цены на топливо (прежде всего нефть) на мировом рынке стимулируют разработку энергосберегающих технологий. Главная роль в разработке менее энергоемких технологий принадлежит технологам. Эту задачу невозможно решить без глубоких знаний основных законов теплотехники.

Сегодня выгоднее вкладывать средства не в увеличение добычи топлива, чтобы продолжать расходовать его с низкой эффективностью, а в разработку технологических процессов, обеспечивающих более экономное его использование. В целом более 90 % всей используемой человечеством энергии приходится на ископаемые органические топлива. Это определяет роль теплотехники – общетехнической дисциплины, изучающей методы получения, преобразования, передачи, и использования теплоты и связанных с этим аппаратов и устройств.

2. Рассмотрим процесс теплоотдачи от потока теплоносителя к продольно омываемой им пластине. Скорость и температура набегающего потока постоянна и равны  $w_\infty$  и  $t_\infty$ .

Как уже отмечалось, частицы жидкости, непосредственно соприкасающиеся с поверхностью, как бы «прилипают» к поверхности, образуя неподвижный слой. Соприкасаясь с неподвижным слоем, тормозятся и более удаленные от поверхности слои жидкости. Зона потока, в которой наблюдается уменьшение скорости ( $w < w_\infty$ ), вызванное вязким взаимодействием жидкости с поверхностью, называется гидродинамическим пограничным слоем. За пределами пограничного слоя течет невозмущенный поток. На начальном участке гидродинамический слой очень тонкий (в лобовой точке с координатой  $x=0$  толщина равна 0) и течение в нем ламинарное – струйки жидкости движутся параллельно, не перемешиваясь.

При удалении от лобовой точки толщина пограничного слоя растет. На некотором расстоянии ламинарное течение становится неустойчивым. В пограничном слое появляются вихри (турбулентные пульсации скорости). Постепенно турбулентный режим течения распространяется почти на всю толщину гидродинамического пограничного слоя. Лишь около самой поверхности пластины в турбулентном пограничном слое сохраняется тонкий ламинарный, или вязкий, подслой, где скорость невелика и силы вязкости гасят турбулентные вихри.

Аналогичным образом осуществляется и тепловое взаимодействие потока с пластиной. Частицы жидкости, «прилипшие» к поверхности, имеют температуру, равную температуре поверхности  $t_s$ . Соприкасающиеся с этими частицами движущиеся слои жидкости охлаждаются, отдавая им свою теплоту. От соприкосновения с этими слоями охлаждаются следующие более удаленные от поверхности слои потока – так формируется тепловой пограничный слой, в пределах которого температура меняется от  $t_s$  на поверхности до  $t_\infty$  в невозмущенном потоке.

С удалением от лобовой точки количество охлаждающейся у пластины жидкости увеличивается, и толщина теплового пограничного слоя возрастает. В общем случае толщины теплового и гидродинамического слоев не равны, но часто достаточно близки друг к другу, особенно в газах.

При ламинарном течении тепловой поток от охлаждающейся в пограничном слое жидкости переносится к поверхности только за счет теплопроводности т.е.  $q = -\lambda \frac{dt}{dx}$ . Основное термическое сопротивление сосредоточено в тонком ламинарном подслое.

3. Процесс происходит в резервуаре с постоянным объемом  $V_1 = (m_1 \cdot R_{\text{co}_2} \cdot T_1) / P_1$ , где  $R_{\text{co}_2} = 189 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$  – газовая постоянная углекислого газа.

$V_1 = (100 \cdot 189 \cdot 353) / 10^6 = 6,67 \text{ м}^3$ ,  $V_2 = V_1$

Масса газа, которая осталась после выпуска:

$$m_2 = (V_2 \cdot P_1) / (R_{co2} \cdot T_2) = (6,67 \cdot 0,2 \cdot 10^6) / (189 \cdot 303) = 23 \text{ кг}$$

$$\text{Масса выпущенного газа } m_3 = m_1 - m_2 = 100 - 23 = 77 \text{ кг}$$

Показатель политропы определим из формулы:

$$(n-1)/n = \log(T_2/T_1) / \log(P_2/P_1) = \log(303/353) / \log(0,2/1) = 0,095$$

$$n = 1/(1-0,095) = 1,105$$

Ответ: масса выпущенного газа  $m_3 = 77 \text{ кг}$ ; показатель политропы  $n = 1,105$ .

## 1 раздел. ТЕРМОДИНАМИКА

1. Предмет термодинамики и ее задачи. Тепловая энергия и ее роль в современной энергетике.
2. Термодинамическая система. Основные термодинамические параметры.
3. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы.
4. Законы идеальных газов.
5. Смеси идеальных газов. Способы задания газовых смесей и перевод из одних в другие.
6. Реальные газы. Характеристические уравнения идеальных газов.
7. Внутренняя энергия как параметр состояния.
8. Теплоемкость. Средняя и истинная теплоемкость.
9. Виды теплоемкостей. Связь между ними.
10. Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость газовых смесей.
11. Первый закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Работа процесса и ее вычисление. Теплота. Энтальпия.
12. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
13. Изохорный процесс идеального газа.
14. Изобарный процесс идеального газа.
15. Изотермический процесс идеального газа.
16. Адиабатный процесс идеального газа.
17. Политропные процессы. Показатель политропы «n».
18. Исследование политропных процессов.
19. Второй закон термодинамики. Основные формулировки.
20. Циклы Карно и их исследование
21. Энтропия и ее вычисление.
22. TS – диаграмма и ее свойства. Энтропия в основных термодинамических процессах.
23. Пары и водяной пар. PV – диаграмма водяного пара.
24. Определение параметров пара по TS – диаграмме.
25. Расчет процессов водяного пара в iS – диаграмме.
26. Влажный воздух. Влагосодержание. Относительная влажность. id – диаграмма влажного воздуха.
27. Основные уравнения газового потока. Первый закон термодинамики для потока.
28. Адиабатное истечение газа через каналы переменного сечения.
29. Критическое отношение давлений. Критическая скорость. Получение сверхзвуковых скоростей.
30. Дросселирование газов и паров.

## 2 раздел. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

1. Способы переноса теплоты. Их характеристики.
2. Основные положения теплопроводности.
3. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности.
4. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
5. Теплопроводность через плоскую однослойную и многослойную стенку.
6. Теплопроводность через цилиндрическую однослойную и многослойную стенку.
7. Основы теории конвективного теплообмена. Характер течения жидкости и конвективный теплообмен.
8. Коэффициент теплоотдачи.
9. Основы теории подобия. Теорема подобия.
10. Критерии подобия: Nu, Re, Pr, Gr.

11. Теплообмен при ламинарном течении в трубах.
12. Теплообмен при турбулентном течении в трубах.
13. Теплообмен при кипении.
14. Теплообмен при конденсации.
15. Теплообмен при течении вдоль пластины.
16. Сложный теплообмен через плоскую однослойную стенку.
17. Уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи для плоской и цилиндрической стенки.
18. Интенсификация теплообмена.
19. Принцип работы тепловой трубы.

### 3 раздел. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

1. Двигатель внутреннего сгорания. Принцип действия.
2. Идеальный цикл ДВС с подводом тепла при постоянном объеме.
3. Идеальный цикл ДВС с подводом тепла при постоянном давлении.
4. Идеальный цикл ДВС со смешанным подводом тепла.
5. Сравнение идеальных циклов ДВС.
6. Принцип работы газовой турбины.
7. Принципиальная схема газотурбинной установки с подводом тепла при постоянном давлении.
8. Идеальный цикл ГТУ с подводом тепла при постоянном давлении.
9. Паротурбинная установка. Принципиальная схема ПТУ.
10. Идеальный цикл паротурбинной установки.
11. Топливо. Его основные характеристики.
12. Схема котельной установки. Водотрубные и жаротрубные котлы.
13. Тепловой баланс котельной установки.

### Курсовая работа (проект).

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Курсовая работа - Тепловой расчет поршневого двигателя внутреннего сгорания с турбонаддувом

Задание 1 Расчет основных параметров двигателя внутреннего сгорания

Задание 2 Составление схемы теплового баланса двигателя внутреннего сгорания

Вопросы для теоретического ответа

- 1 Опишите физико-химические свойства моторных топлив.
- 2 Пути повышения мощностей двигателей внутреннего сгорания.
- 3 Системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания.
- 4 Идеальные термодинамические циклы поршневых ДВС.
- 5 Устройство, принцип работы и индикаторная диаграмма двух-тактных ДВС.
- 6 Параметры, влияющие на термический КПД ДВС.
- 7 Газовые двигатели.
- 8 Каковы особенности ТЭС с дизелями и газотурбинными установками, их достоинства и недостатки? Объясните основные схемы парогазовых установок, их преимущества и перспективы.
- 9 Системы питания ДВС.
- 10 Системы наддува.

### Разноуровневые задачи и задания.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Полный текст задания находится в файле УМП ПЗ, СРО Теплотехника Термодинамика.pdf

- 1 Задачи репродуктивного уровня

Задача (задание) 1. Определить газовую постоянную смеси кислорода и углекислого газа.

Исходные данные:

Давление смеси газов,  $P$ , бар;

Температура смеси газов  $T$ , °K;

Объем, занимаемый кислородом  $V_{O_2}$ , м<sup>3</sup>;

Объем, занимаемый углекислым газом  $V_{CO_2}$ , м<sup>3</sup>;

Газовая постоянная кислорода  $R_{O_2} = 259,82$  Дж/(кг·град);

Газовая постоянная углекислого газа  $R_{CO_2} = 189$  Дж/(кг·град);

Задача (задание) 2. Определить тепловой поток  $Q$ , Вт, через 1 м<sup>2</sup> кирпичной стены с известной толщиной  $\delta$ , мм, с коэффициентом теплопроводности красного кирпича  $\lambda = 0,77$  Вт/(м·град) и температурами поверхностей стены  $t_1$  и  $t_2$ , °C.

Исходные данные:

Толщина стены,  $\delta$ , мм;

Температуры поверхностей стены  $t_1$  и  $t_2$ , °C.

Задача (задание) 3. Определить плотность теплового потока,  $q$ , Вт/м<sup>2</sup>, и коэффициент теплопередачи,  $k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·град), при передаче тепла от газа температурой  $t_1$ , °C, через стальную пластину толщиной  $\delta$ , мм, воде температурой  $t_2$ , °C.

Исходные данные:

Толщина пластины,  $\delta$ , мм;

Температура газа  $t_1$ , °C;

Температура воды  $t_2$ , °C;

Коэффициент теплопроводности стали  $\lambda = 50$  Вт/(м·град);

Коэффициент теплоотдачи от газов к пластине  $\alpha_1 = 100$  Вт/(м<sup>2</sup>·град);

Коэффициент теплоотдачи от пластины к воде  $\alpha_2 = 5000$  Вт/(м<sup>2</sup>·град);

2 Задачи реконструктивного уровня

1 Задача (задание) 1. Что такое точка росы?

2 Задача (задание) 2. Какой канал называется соплом, диффузором?

3 Задача (задание) 3. Какой процесс называется дросселированием и где он встречается?

3 Задачи творческого уровня

1 Задача (задание) 1. Какими приборами определяется влажность воздуха?

2 Задача (задание) 2. Как происходит процесс передачи тепла при свободной конвекции?

3 Задача (задание) 3. Дать описание теплового пограничного слоя.

### Лабораторная работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

См. приложение

Лаб. работа 2 - [http://bibl.rusoil.net/base\\_docs/UGNTU/FILIALE/Oktyabrski/Galiullina4346.pdf](http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/FILIALE/Oktyabrski/Galiullina4346.pdf)

Лаб. работа 6, 7 - [http://bibl.rusoil.net/base\\_docs/UGNTU/FILIALE/Oktyabrski/Galiullina4349.pdf](http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/FILIALE/Oktyabrski/Galiullina4349.pdf)

### Раздел 1

#### Лабораторная работа № 2.

Измерение температуры, давления и влажности воздуха

##### 2.1 Цель работы

1 Ознакомление с устройством термометра, барометра и психрометра.

1 Определение параметров воздуха (температура, давление, влажность).

1 Ознакомление с  $i$ -диаграммой влажного воздуха.

##### 2.2 Вопросы и задачи для защиты лабораторной работы

1 Давление:

- а) способы измерения;
- б) единицы измерения;
- в) абсолютное давление.

## 2 Температура:

- а) термодинамическая температура;
- б) связь между температурной шкалой Кельвина и Цельсия;
- в) что понимается под абсолютным нулем?

3 Удельная и универсальные газовые постоянные. Связь между ними.

4 Какими приборами определяется влажность воздуха?

5 В чем заключается принцип действия работы психрометра?

6 Что называется влагосодержанием влажного воздуха?

## Раздел 3.

### Лабораторная работа № 6.

Определение теплоотдачи от реальных объектов с помощью переносных приборов

#### 6.1 Цель работы

Определение коэффициента теплоотдачи и количества передаваемого тепла от радиатора отопления.

#### 6.2 Вопросы и задачи для защиты лабораторной работы

1 Дайте определения конвективного процесса передачи тепла.

2 Как изменяется соотношение между количеством тепла передаваемого за счет излучения и конвекции при увеличении температуры поверхности.

3 Дайте определение абсолютно черному телу.

4 Определить среднее значение коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  и количество переданной теплоты  $Q$  при течении воды в горизонтальной трубе диаметром  $d = 0,03$  м и длиной  $l = 1,8$  м. Скорость течения воды  $w = 0,5$  м/с, температура воды  $t_{ж} = 115$  °С, температура  $t_{ст} = 50$  °С. Физические параметры воды  $\rho = 0,687$  Вт/(м²·°С),  $\lambda = 0,264 \cdot 10^{-6}$  м²/с,  $Pr_{ж} = 1,54$ ,  $Pr_{ст} = 3,92$ .