

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ключков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 13.05.2024 15:43:33  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2558d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель КСН

 Ю.В. Ваганов  
« 30 » 08 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Теплотехника

специальность: 21.05.06 - Нефтегазовая техника и технологии

направленность:

Технология бурения нефтяных и газовых скважин

Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

форма обучения: очная / заочная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30.08.2021 г. и требованиями ОПОП по специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии, направленности Технология бурения нефтяных и газовых скважин, Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений к результатам освоения дисциплины «Теплотехника».

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры теплогазоснабжения и вентиляции  
Протокол № 01 от «30» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой  К.В. Афонин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы  А.Е. Анашкина  
« 30 » « 08 » 2021 г.

Рабочую программу разработал:

К.В. Афонин, доцент, к.т.н., доцент



## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

*Цель дисциплины:* изучение обучающимися фундаментальных законов термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основных форм распространения теплоты в пространстве, процессов и оборудования, используемого при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации.

Предоставить студенту достаточные знания законов, понятий, характеристик теплообмена, дать возможность овладеть методиками аналитического, численного, инженерного расчета и экспериментальных исследований по дисциплине, дать представление о современных контрольно-измерительных приборах.

*Задачи дисциплины:*

- научить навыкам практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве;
- сформировать прочные знания свойств рабочих тел и законов их изменения в различных термодинамических процессах;
- обучить методам анализа эффективности циклов ТСУ;
- объяснить процессы преобразования и рационального использования энергии.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части учебного плана специальности 21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии».

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание:

- основных этапов производственного цикла и технологического процесса строительства скважин, особенности функционирования определённых спецтехнологических процессов;
- основных стандартов и технических условий;
- основных понятий, терминов и определений в области сертификации; организационно-методические принципы сертификации в РФ, правила и порядок проведения сертификации; методы обработки результатов измерений; методы выявления и оценки погрешностей измерений; принципы функционирования средств измерений, методов и методик измерений;

умения:

- анализировать информацию по технологическим, спецтехнологическим процессам и техническим устройствам в области бурения скважин;
- использовать основные положения метрологии, стандартизации и сертификации;
- использовать научные и организационные основы, технические средства, правила и нормы, необходимые для обеспечения качества измерения; использовать способы нахождения оптимальных решений при создании продукции с учетом требований стандартизации, сертификации, качества и конкурентоспособности; анализировать и представлять результаты измерений; проводить расчёт метрологической надежности средств измерений; применять нормативные документы в области стандартизации и сертификации.

владение:

- приемами, методами наблюдения, измерения и контроля параметров производственных процессов;
- навыками работы с контрольно-измерительной техникой для контроля качества продукции и технологических процессов; применения современных методов контроля качества продукции и процессов при выполнении работ по сертификации продукции и систем менеджмента качества.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: математика, физика, химия, химия нефти и газа, теоретическая механика, гидравлика, информатика.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

| Код и наименование компетенции                                                                                                   | Код и наименование индикаторов достижения компетенций                                                                                                                                | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | УК-1.3. Осуществляет систематизацию информации различных типов для анализа проблемных ситуаций. Вырабатывает стратегию действий для построения алгоритмов решения поставленных задач | Знает методы системного и критического анализа процессов и оборудования, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области техники и технологий, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации (31) |
|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                      | Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций при реализации технологических процессов нефтегазового производства; теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли (У1)                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                      | Владеет навыками системного интеллектуального мышления, экспертных оценок, коллективной генерации идей и осуществления предложений по совершенствованию техники и технологий; навыками работы со сложными теплотехническими системами в нефтегазовой отрасли (В1)                                                                                                                                                                                           |
| УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла                                                            | УК-2.2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений                 | Знает фундаментальные законы термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основные формы распространения теплоты в пространстве, процессы и оборудование, используемое при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации (32)                                                                                                                                                       |

|                                                                                                                                     |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                             | Умеет разрабатывать проект по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонту и модернизации с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли (У2) |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                             | Владеет навыками практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве (В2)                                                                                                                                                                                          |
| ОПК-8. Способен организовывать и контролировать рациональную безопасную профессиональную деятельность групп и коллектива работников | ОПК-8.3. Применяет навыки и методы формирования наиболее эффективной коммуникации в организации для достижения результатов в работе команды | Знает принципы формирования оптимальной системы коммуникации в организации, учитывая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (З3)                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                             | Умеет применять на практике элементы коммуникации в организации, с учетом социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий (У3)                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                             | Владеет навыками и методами формирования наиболее эффективной коммуникации в организации для достижения результатов в работе команды (В3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

| Форма обучения | Курс/семестр | Аудиторные занятия/контактная работа, час. |                      |                      | Самостоятельная работа, час. | Форма промежуточной аттестации |
|----------------|--------------|--------------------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------------|
|                |              | Лекции                                     | Практические занятия | Лабораторные занятия |                              |                                |
| очная          | 3/6          | 16                                         | 16                   | 16                   | 60                           | экзамен                        |
| заочная        | 3/6          | 6                                          | 4                    | 4                    | 94                           | экзамен                        |

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины

##### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

| №<br>п/п | Структура дисциплины |                      | Аудиторные занятия, час. |     |      | СРС,<br>час. | Всего,<br>час. | Код ИДК                     | Оценочные средства                                                               |
|----------|----------------------|----------------------|--------------------------|-----|------|--------------|----------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|          | Номер раздела        | Наименование раздела | Л.                       | Пр. | Лаб. |              |                |                             |                                                                                  |
| 1        | 2                    | 3                    | 4                        | 5   | 6    | 7            | 8              | 9                           | 10                                                                               |
| 1        | 1                    | Термодинамик<br>а    | 6                        | 8   | 8    | 18,4         | 42,4           | УК-1.3<br>УК-2.2<br>ОПК-8.3 | Вопросы для письменного опроса, защита лабораторных и практических работ         |
| 2        | 2                    | Теплопередача        | 10                       | 8   | 8    | 19           | 43             | УК-1.3<br>УК-2.2<br>ОПК-8.3 | Задачи, вопросы для письменного опроса, защита лабораторных и практических работ |
| 3        | Текущие аттестации   |                      | -                        | -   | -    | 15           | 15             | УК-1.3<br>УК-2.2<br>ОПК-8.3 | Вопросы для аттестации                                                           |
| 4        | Экзамен              |                      | -                        | -   | -    | 7,6          | 7,6            |                             | Экзаменационные вопросы                                                          |
| Итого:   |                      |                      | 16                       | 16  | 16   | 60           | 108            | X                           | X                                                                                |

**заочная форма обучения (ЗФО)**

Таблица 5.1.2

| №<br>п/п | Структура дисциплины |                      | Аудиторные занятия, час. |     |      | СРС,<br>час. | Всего,<br>час. | Код ИДК                     | Оценочные средства                                                               |
|----------|----------------------|----------------------|--------------------------|-----|------|--------------|----------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|          | Номер раздела        | Наименование раздела | Л.                       | Пр. | Лаб. |              |                |                             |                                                                                  |
| 1        | 2                    | 3                    | 4                        | 5   | 6    | 7            | 8              | 9                           | 10                                                                               |
| 1        | 1                    | Термодинамика        | 3                        | 2   | 2    | 42           | 49             | УК-1.3<br>УК-2.2<br>ОПК-8.3 | Вопросы для письменного опроса, защита лабораторных и практических работ         |
| 2        | 2                    | Теплопередача        | 3                        | 2   | 2    | 43           | 50             | УК-1.3<br>УК-2.2<br>ОПК-8.3 | Задачи, вопросы для письменного опроса, защита лабораторных и практических работ |

| №<br>п/п | Структура дисциплины |                      | Аудиторные занятия, час. |     |      | СРС,<br>час. | Всего,<br>час. | Код ИДК                     | Оценочные средства      |
|----------|----------------------|----------------------|--------------------------|-----|------|--------------|----------------|-----------------------------|-------------------------|
|          | Номер раздела        | Наименование раздела | Л.                       | Пр. | Лаб. |              |                |                             |                         |
| 1        | 2                    | 3                    | 4                        | 5   | 6    | 7            | 8              | 9                           | 10                      |
| 3        | Экзамен              |                      | -                        | -   | -    | 9            | 9              | УК-1.3<br>УК-2.2<br>ОПК-8.3 | Экзаменационные вопросы |
| Итого:   |                      |                      | 6                        | 4   | 4    | 94           | 108            | X                           | X                       |

### **очно-заочная форма обучения (ОЗФО)**

Не реализуется.

## **5.2. Содержание дисциплины.**

### **5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).**

#### *Раздел 1. «Термодинамика».*

Предмет теплотехники, её место и роль в системе подготовки инженеров. Связь теплотехники со смежными науками. Историческое развитие и проблемы современной теплотехники. Теплотехника на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. Основные положения Энергетической программы на длительную перспективу. Совершенствование структуры энергетического баланса, экономия топлива и энергии. Защита окружающей среды. Роль отечественных ученых теплотехников и использование достижений науки и техники с целью формирования у студентов активной гражданской позиции, нравственных качеств, необходимых для профессиональной деятельности.

Предмет технической термодинамики и её методы. Теплота и работа как формы передачи энергии. Рабочее тело. Термодинамическая система. Параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние.

Первое начало термодинамики. Термодинамическая и потенциальная работа. Теплоёмкость при постоянном давлении и объёме. Зависимость теплоёмкости от температуры. Средние и истинные теплоёмкости. Определение средней теплоёмкости смеси. Частные случаи 1-го начала термодинамики – принцип эквивалентности, закон Гесса, принцип исключенного Perpetuummobile 1-го рода. Понятие о внутренней энергии. Сущность первого начала термодинамики. Аналитическое выражение 1-го начала термодинамики. Понятие об энтальпии. Закон Майера.

Термодинамические процессы. Классификация процессов изменения состояния. Политропные процессы. Уравнения политропы. Показатель политропы. Анализ процессов на основе сравнения показателей политропы. Частные случаи политропного процесса – изохорный, изобарный, адиабатный, изотермический. Термодинамический анализ процессов в компрессорах. Поршневой компрессор. Принцип действия. Работа, затрачиваемая на привод компрессора. Индикаторная диаграмма. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие.

Второе начало термодинамики. Тепловые машины, тепловые двигатели и холодильные машины. Круговые процессы (циклы) тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент. Цикл Карно и его свойства. Термодинамическая шкала температур. Аналитическое выражение 2-го начала термодинамики. Статистическое и философское толкование 2-го начала термодинамики.

Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы. Понятие об эксергии. Изменение энтропии рабочего тела в термодинамических процессах. Координаты T-S. Процессы парообразования в P-V, T-S и h-S диаграммах. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Расчёт термодинамических процессов с помощью таблиц и P-V, T-S и h-S диаграмм.

Циклы ДВС и ГТУ. Цикл реактивного двигателя. Анализ циклов. Термический КПД цикла теплового двигателя. Методы повышения КПД. Сравнение термических КПД циклов по средним температурам.

Циклы паросиловых установок. Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина. Влияние начальных и конечных параметров цикла Ренкина на его КПД. Изображение цикла в P-V, T-S и h-S диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл. Бинарный и парогазовый циклы. Прямые преобразователи энергии. Термоэлектрические генераторы. Термоэмиссионные преобразователи. МГД-генераторы.

Циклы холодильных машин, теплового насоса, термотрансформаторов. Циклы холодильных установок. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл паровой и воздушной компрессорной холодильной установки. Понятие об абсорбционных и парожетторных установках. Сущность трансформации, коэффициент преобразования тепла, циклы понижающего и повышающего термотрансформаторов, циклы совместного получения тепла и холода.

## *Раздел 2. «Теплопередача».*

Предмет и задачи теории теплообмена. Знание теплообмена в промышленных процессах. Виды переноса тепла – теплопроводность, конвекция, излучение. Сложный теплообмен. Особенности теплообмена в многолетне мёрзлых грунтах. Основные положения теории теплопроводности. Температурное поле, температурный градиент. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Теплопроводность при стационарном режиме однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенок.

Основные положения и учения в конвективном теплообмене. Физическая сущность конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Основные положения теории пограничного слоя.

Основы теории подобия и моделирования. Условия подобия физических явлений. Первая и вторая теоремы подобия. Критериальные уравнения. Определяющие критерии подобия. Третья теорема подобия. Метод моделирования. Физический смысл основных критериев подобия. Анализ размерностей. Понятие о математическом моделировании. Теплопередача при вынужденном течении жидкости. Теплообмен при движении вдоль плоской поверхности, теплоотдача при ламинарном течении жидкостей в гладких и шероховатых, прямых и изогнутых трубах, круглого и некруглого сечения. Расчётные уравнения подобия. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб расположенных коридорно и шахматно. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача в неограниченном объёме. Ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей и горизонтальных труб.

Теплообмен излучением. Общие понятия и определения. Теплообмен излучением при наличии экранов. Излучение газов. Лучистый теплообмен в потоках и камерах сгорания.

Теплопередача. Основы расчёта теплообменных аппаратов (ТА). Теплопередача как вид сложного теплообмена. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую и цилиндрическую стенки при стационарном режиме. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Критический диаметр тепловой изоляции. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчёта ТА. Конструктивный и проверочный расчёты ТА. Основы гидродинамического расчёта ТА.

## 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

| №<br>п/п | Номер раздела<br>дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема лекции                                                             |
|----------|-----------------------------|-------------|-----|------|-------------------------------------------------------------------------|
|          |                             | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |                                                                         |
| 1        | 2                           | 3           | 4   | 5    | 6                                                                       |
| 1        | 1                           | 1           | 3   | -    | Предмет теплотехники, её место и роль в системе в подготовки инженеров. |
| 2        |                             | 1           |     | -    | Предмет технической термодинамики и её методы.                          |
| 3        |                             | 1           |     | -    | Первое начало термодинамики.                                            |
| 4        |                             | 1           |     | -    | Термодинамические процессы.                                             |
| 5        |                             | 1           |     | -    | Второе начало термодинамики.                                            |
| 6        |                             | 1           |     | -    | Циклы ДВС и ГТУ.                                                        |
| 7        |                             | 1           |     | -    | Циклы паросиловых установок.                                            |
| 8        |                             | 1           |     | -    | Циклы холодильных машин, теплового насоса, термотрансформаторов.        |
| 9        | 2                           | 1           | 3   | -    | Предмет и задачи теории теплообмена.                                    |
| 10       |                             | 1           |     | -    | Основные положения и учения в конвективном теплообмене.                 |
| 11       |                             | 2           |     | -    | Основы теории подобия и моделирования.                                  |
| 12       |                             | 2           |     | -    | Теплообмен излучением.                                                  |
| 13       |                             | 2           |     | -    | Теплопередача.                                                          |
| Итого:   |                             | 16          | 6   | X    | X                                                                       |

### Практические занятия

Таблица 5.2.2

| № п/п  | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема практического занятия                                                  |
|--------|--------------------------|-------------|-----|------|-----------------------------------------------------------------------------|
|        |                          | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |                                                                             |
| 1      | 1                        | 6           | 2   | -    | Термодинамический расчет цикла компрессора и двигателя внутреннего сгорания |
| 2      | 2                        | 10          | 2   | -    | Теплотехнический расчет первого и второго рода теплообменных аппаратов      |
| Итого: |                          | 16          | 4   | X    | X                                                                           |

### Лабораторные занятия

Таблица 5.2.3

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема лабораторного занятия                                |
|-------|--------------------------|-------------|-----|------|-----------------------------------------------------------|
|       |                          | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |                                                           |
| 1     | 1                        | 4           | 1   | -    | Определение коэффициента теплопроводности                 |
| 2     |                          | 4           | 1   | -    | Определение степени черноты тела и коэффициента излучения |

| №<br>п/п | Номер<br>раздела<br>дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема лабораторного занятия                                                                      |
|----------|--------------------------------|-------------|-----|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |                                                                                                 |
| 3        | 2                              | 4           | 1   | -    | Определение коэффициента теплоотдачи от труб различного диаметра                                |
| 4        |                                | 4           | 1   | -    | Определение коэффициента теплоотдачи от вертикальной и горизонтальной труб одинакового диаметра |
| Итого:   |                                | 16          | 4   | X    | X                                                                                               |

### Самостоятельная работа

Таблица 5.2.4

| №<br>п/п | Номер<br>раздела<br>дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема          | Вид СРС                                                                                             |
|----------|--------------------------------|-------------|-----|------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |               |                                                                                                     |
| 1        | 2                              | 3           | 4   | 5    | 6             | 7                                                                                                   |
| 1        | 1                              | 6,4         | 14  | -    | Термодинамика | Внеаудиторная СР. Изучение тем теоретического курса, запланированных для самостоятельного освоения  |
| 2        | 1                              | 6           | 14  | -    |               | Внеаудиторная СР. Подготовка к лабораторным занятиям.                                               |
| 3        | 1                              | 6           | 14  | -    |               | Внеаудиторная СР. Подготовка к практическим занятиям                                                |
| 4        | 2                              | 7           | 15  |      | Теплопередача | Внеаудиторная СР. Изучение тем теоретического курса, запланированных для самостоятельного освоения. |
| 5        | 2                              | 6           | 14  | -    | Теплопередача | Внеаудиторная СР. Подготовка к лабораторным занятиям.                                               |
| 6        |                                | 6           | 14  | -    |               | Внеаудиторная СР. Подготовка к практическим занятиям                                                |
| 7        | 1-2                            | 15          | -   | -    | -             | Подготовка к текущим аттестациям                                                                    |
| 8        | 1-2                            | 7,6         | 9   | -    | -             | Подготовка к экзамену                                                                               |
| Итого:   |                                | 60          | 94  | X    | X             | X                                                                                                   |

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в Power Point в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- работа в малых группах (лабораторные занятия);
- разбор практических ситуаций (практические занятия).

## 6 Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

## 7 Контрольные работы

К решению задач контрольного задания следует приступать после изучения соответствующего раздела курса и ознакомлением с ходом решения аналогичных задач по учебной литературе.

Студенты выполняют контрольные работы по 2 разделам «Термодинамика» и «Теплопередача». По последней четной цифре личного шифра студента выполняются задачи № 1, 2. Задачи № 3,4 выполняются студентами, имеющими нечетную последнюю цифру личного шифра. Исходные данные к каждой задаче выбираются из соответствующих таблиц по последней и предпоследней цифре шифра.

При решении контрольных задач необходимо соблюдать следующие условия: а) выписывать условие задачи и исходные данные; б) решение задач сопровождать кратким пояснительным текстом, в котором указывать, какая величина определяется и по какой формуле, какие величины подставляются в формулу и откуда они берутся (из условия задачи, из справочника или были определены выше и т.д.); в) вычисления проводить в единицах СИ, показывать ход решения. После решения задачи нужно дать краткий анализ полученных результатов и сделать выводы. Всегда, если это возможно, нужно осуществлять контроль своих действий и оценивать достоверность полученных числовых данных.

### 7.1. Термодинамика

**Задача 1.** Считая теплоемкость идеального газа зависящей от температуры, определить: параметры газа в начальном и конечном состояниях, изменение внутренней энергии, теплоту, участвующую в процессе, и работу расширения. Исходные данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл.1., зависимость величины теплоемкости от температуры приведена в приложении 1.

Таблица 7.1

| Последняя цифра шифра | Процесс    | $t_1, ^\circ\text{C}$ | $t_2, ^\circ\text{C}$ | Предпоследняя цифра шифра | Газ           | $P_1, \text{МПа}$ | $m, \text{кг}$ |
|-----------------------|------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|-------------------|----------------|
| 0                     | Изохорный  | 2400                  | 400                   | 0                         | $\text{O}_2$  | 1                 | 2              |
| 1                     | Изобарный  | 2200                  | 300                   | 1                         | $\text{N}_2$  | 4                 | 5              |
| 2                     | Адиабатный | 2000                  | 300                   | 2                         | $\text{H}_2$  | 2                 | 10             |
| 3                     | Изохорный  | 1800                  | 500                   | 3                         | $\text{N}_2$  | 3                 | 4              |
| 4                     | Изобарный  | 1600                  | 400                   | 4                         | $\text{CO}$   | 5                 | 6              |
| 5                     | Адиабатный | 1700                  | 100                   | 5                         | $\text{CO}_2$ | 6                 | 8              |
| 6                     | Изохорный  | 1900                  | 200                   | 6                         | $\text{N}_2$  | 8                 | 3              |
| 7                     | Изобарный  | 2100                  | 500                   | 7                         | $\text{H}_2$  | 10                | 12             |
| 8                     | Адиабатный | 2300                  | 300                   | 8                         | $\text{O}_2$  | 12                | 7              |
| 9                     | Изобарный  | 1500                  | 100                   | 9                         | $\text{CO}$   | 7                 | 9              |

**Задача 2.** Для теоретического цикла ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении определить параметры рабочего тела (воздуха) в характерных точках цикла, подведенную и отведенную теплоту, работу и термический к.п.д. цикла, если начальное давление  $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$ , начальная температура  $t_1 = 27, ^\circ\text{C}$ , степень повышения давления в компрессоре  $\pi$ , температура газа перед турбиной  $t_3$ .

Таблица 7.2

| Последняя цифра шифра | $\pi = \frac{P_2}{P_1}$ | Предпоследняя цифра шифра | $t_1, ^\circ\text{C}$ | G, кг/с | Последняя цифра шифра | $\pi = \frac{P_2}{P_1}$ | Предпоследняя цифра шифра | $t_1, ^\circ\text{C}$ | G, кг/с |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|---------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|---------|
| 0                     | 6                       | 0                         | 700                   | 35      | 5                     | 7,5                     | 5                         | 725                   | 60      |
| 1                     | 6,5                     | 1                         | 725                   | 25      | 6                     | 7                       | 6                         | 750                   | 70      |
| 2                     | 7                       | 2                         | 750                   | 30      | 7                     | 6,5                     | 7                         | 775                   | 80      |
| 3                     | 7,5                     | 3                         | 775                   | 40      | 8                     | 6                       | 8                         | 800                   | 90      |
| 4                     | 8                       | 4                         | 700                   | 50      | 9                     | 7                       | 9                         | 825                   | 100     |

Определить теоретическую мощность ГТУ при заданном расходе воздуха G. Дать схему и цикл установки в  $p_v$ - и  $Ts$ -диаграммах. Данные для решения задачи выбрать из табл. 2. Теплоемкость воздуха принять не зависящей от температуры.

**Задача 3.** Провести термодинамический расчет поршневого двигателя, работающего по циклу Дизеля, если начальный удельный объем газа  $v_1$ ; степень сжатия  $\varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$ ; начальная температура сжатия  $t_1$ ; количество тепла, подводимое в цикле  $q_1$ . Определить параметры состояния в крайних точках цикла. Энтальпию ( $h$ ), внутреннюю энергию ( $U$ ) определить относительно состояния газа при  $T_0 = 0$  К, энтропию ( $S$ ) — относительно состояния при условиях  $T_0 = 273$  К,  $P = 0,1$  МПа. Построить цикл в  $p_v$ - и  $Ts$ -координатах. Для каждого процесса определить работу, количество подведенного и отведенного тепла, изменение внутренней энергии, энтальпию и энтропию. Определить работу цикла, термический к.п.д. цикла. Рабочее тело - воздух, масса 1 кг.  $R = 0,287$  кДж/кг·К;  $C_p = 1$  кДж/кг·К. Данные к задаче выбрать из табл. 3.

Таблица 7.3

| Последняя цифра шифра | $\varepsilon = \frac{v_1}{v_2}$ | Предпоследняя цифра шифра | Начальная температура сжатия, $t_1, ^\circ\text{C}$ | $q_1$ , кДж/кг |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|
| 0                     | 14                              | 0                         | 25                                                  | 900            |
| 1                     | 15                              | 1                         | 20                                                  | 800            |
| 2                     | 20                              | 2                         | 15                                                  | 500            |
| 3                     | 18                              | 3                         | 30                                                  | 600            |
| 4                     | 16                              | 4                         | 40                                                  | 400            |
| 5                     | 15                              | 5                         | 35                                                  | 850            |
| 6                     | 14                              | 6                         | 50                                                  | 700            |
| 7                     | 16                              | 7                         | 30                                                  | 450            |
| 8                     | 18                              | 8                         | 28                                                  | 550            |
| 9                     | 20                              | 9                         | 45                                                  | 600            |

**Задача 4.** Определить конечное состояние газа, расширяющегося политропно от начального состояния с параметрами  $P_1$ ,  $t_1$ , изменение внутренней энергии, количество подведенной теплоты, полученную работу, если задан показатель политропы ( $n$ ), конечное давление  $P_2$ . Показать процесс в  $p_v$ - и  $Ts$ -координатах. Исходные данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл. 4.

Таблица 7.4

| Последняя<br>цифра шифра | $P_1$ , МПа | $t_1$ , °C | $P_2$ , МПа | n   | Предпоследняя<br>цифра шифра | Газ      | m, кг |
|--------------------------|-------------|------------|-------------|-----|------------------------------|----------|-------|
| 0                        | 0,5         | 100        | 0,1         | 1,2 | 0                            | $O_2$    | 1     |
| 1                        | 1           | 70         | 0,5         | 1,5 | 1                            | $N_2$    | 2     |
| 2                        | 1,5         | 110        | 1,0         | 1,4 | 2                            | $CO N_2$ | 3     |
| 3                        | 2           | 120        | 1,5         | 1,1 | 3                            | $H_2$    | 4     |
| 4                        | 2,5         | 80         | 0,5         | 1,3 | 4                            | $O_2$    | 5     |
| 5                        | 3           | 90         | 1,2         | 1,2 | 5                            | $CO_2$   | 6     |
| 6                        | 3,5         | 130        | 1,5         | 1,4 | 6                            | $O_2$    | 8     |
| 7                        | 4           | 150        | 0,2         | 1,6 | 7                            | $CO$     | 2     |
| 8                        | 5           | 200        | 2           | 1,2 | 8                            | $N_2$    | 5     |
| 9                        | 6           | 250        | 3,5         | 1,5 | 9                            |          | 3     |

## 7.2. Теплопередача

**Задача 1.** Плоская стальная стенка толщиной  $\delta_1$  ( $\lambda_1 = 40$  Вт/м·К) с одной стороны омывается газами; при этом коэффициент теплоотдачи равен  $\alpha_1$ . С другой стороны стенка изолирована от окружающего воздуха плотно прилегающей к ней пластиной толщиной  $\delta_2$  ( $\lambda_2 = 0,40$  Вт/м·К). Коэффициент теплоотдачи от пластины к воздуху равен  $\alpha_2$ . Определить тепловой поток  $q_1$  Вт/м<sup>2</sup> и температуры  $t_1$ ,  $t_2$  и  $t_3$  поверхностей стенок, если температура продуктов сгорания  $t_r$ , а воздуха -  $t_b$ . Данные для решения задачи выбрать из табл. 5.

Таблица 7.5

| Последняя<br>цифра шиф-<br>ра | $\delta_1$ , мм | $\alpha_1$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К | $t_r$ , °C | Предпоследняя<br>цифра шифра | $\delta_2$ , мм | $\alpha_2$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К | $t_b$ , °C |
|-------------------------------|-----------------|-----------------------------------|------------|------------------------------|-----------------|-----------------------------------|------------|
| 0                             | 5               | 35                                | 350        | 0                            | 10              | 5                                 | 30         |
| 1                             | 6               | 45                                | 400        | 1                            | 12              | 6                                 | 25         |
| 2                             | 7               | 40                                | 370        | 2                            | 14              | 7                                 | 20         |
| 3                             | 8               | 30                                | 350        | 3                            | 16              | 8                                 | 15         |
| 4                             | 9               | 35                                | 330        | 4                            | 18              | 9                                 | 10         |
| 5                             | 10              | 25                                | 300        | 5                            | 20              | 10                                | 5          |
| 6                             | 6               | 42                                | 380        | 6                            | 22              | 9                                 | 0          |
| 7                             | 5               | 30                                | 320        | 7                            | 24              | 8                                 | -5         |
| 8                             | 3               | 34                                | 400        | 8                            | 26              | 6                                 | -10        |
| 9                             | 4               | 38                                | 280        | 9                            | 28              | 5                                 | -20        |

**Задача 2.** Воздух течет внутри трубы, имея среднюю температуру  $t_b$ , давление  $p_1 = 1$  МПа и скорость  $\omega$ . Определить коэффициент теплоотдачи от трубы к воздуху ( $\alpha_1$ ), а также удельный тепловой поток, отнесенный к 1м длины трубы, если внутренний диаметр трубы  $d_1$ , толщина ее  $\delta$  и теплопроводность  $\lambda_1 = 20$  Вт/(м·К). Снаружи труба омывается горячими газами. Температура и коэффициент теплоотдачи горячих газов, омывающих трубу, соответственно равны  $t_r$ ,  $\alpha_2$ . Данные, необходимые для решения задачи выбрать из табл. 6. Физические параметры сухого воздуха для определения  $\alpha_1$  взять из приложения 2.

Таблица 7.6

| Последняя<br>цифра<br>шифра | $t_r, ^\circ\text{C}$ | $\alpha_2, \text{Вт/м}^2\cdot\text{К}$ | $\omega, \text{м/с}$ | Предпоследняя<br>цифра шифра | $t_b, ^\circ\text{C}$ | $d_1$ | $\delta$ |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|-------|----------|
|                             |                       |                                        |                      |                              |                       | мм    |          |
| 0                           | 500                   | 20                                     | 10                   | 0                            | 150                   | 70    | 3        |
| 1                           | 550                   | 20                                     | 9                    | 1                            | 200                   | 80    | 5        |
| 2                           | 600                   | 40                                     | 6                    | 2                            | 130                   | 60    | 4        |
| 3                           | 650                   | 50                                     | 8                    | 3                            | 100                   | 40    | 3        |
| 4                           | 700                   | 40                                     | 10                   | 4                            | 150                   | 20    | 2        |
| 5                           | 750                   | 60                                     | 12                   | 5                            | 200                   | 50    | 3        |
| 6                           | 800                   | 50                                     | 14                   | 6                            | 250                   | 80    | 5        |
| 7                           | 780                   | 40                                     | 16                   | 7                            | 200                   | 60    | 4        |
| 8                           | 740                   | 30                                     | 18                   | 8                            | 150                   | 40    | 3        |
| 9                           | 520                   | 20                                     | 20                   | 9                            | 100                   | 20    | 2        |

**Задача 3.** Стальной трубопровод диаметром  $d_1/d_2 = \frac{100_{\text{мм}}}{110_{\text{мм}}}$  с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_1$  покрыт изоляцией в 2 слоя одинаковой толщины  $\delta_2 = \delta_3 = 50$  мм, причем первый слой имеет коэффициент теплопроводности  $\lambda_2$ , второй  $\lambda_3$ .

Таблица 7.7

| Последняя<br>цифра<br>шифра | $\lambda_1, \text{Вт/м}\cdot\text{К}$ | $\lambda_2, \text{Вт/м}\cdot\text{К}$ | $\lambda_3, \text{Вт/м}\cdot\text{К}$ | Предпоследняя<br>цифра шифра | $t_1, ^\circ\text{C}$ | $t_4, ^\circ\text{C}$ |
|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0                           | 50                                    | 0,06                                  | 0,12                                  | 0                            | 250                   | 50                    |
| 1                           | 30                                    | 0,03                                  | 0,06                                  | 1                            | 300                   | 100                   |
| 2                           | 40                                    | 0,08                                  | 0,16                                  | 2                            | 400                   | 200                   |
| 3                           | 60                                    | 0,10                                  | 0,20                                  | 3                            | 350                   | 150                   |
| 4                           | 45                                    | 0,04                                  | 0,14                                  | 4                            | 500                   | 120                   |
| 5                           | 20                                    | 0,01                                  | 0,15                                  | 5                            | 450                   | 90                    |
| 6                           | 50                                    | 0,05                                  | 0,12                                  | 6                            | 380                   | 60                    |
| 7                           | 40                                    | 0,02                                  | 0,08                                  | 7                            | 280                   | 50                    |
| 8                           | 45                                    | 0,06                                  | 0,10                                  | 8                            | 550                   | 20                    |
| 9                           | 35                                    | 0,04                                  | 0,15                                  | 9                            | 200                   | 70                    |

Определить потери теплоты через изоляцию с 1 м. трубы, если температура внутренней поверхности  $t_1$ , а наружной поверхности изоляции  $t_4$ . Определить температуру на границе соприкосновения слоев  $t_3$ . Как изменится величина тепловых потерь с 1 м. трубопровода, если слой изоляции поменять местами, т.е. слой с большим коэффициентом  $\lambda$  наложить непосредственно на поверхность трубы? Данные выбрать из табл. 7.

**Задача 4.** Определить потери теплоты в единицу времени с 1 м. длины горизонтально расположенной цилиндрической трубы, охлаждаемой свободным потоком воздуха, если температура стенки трубы  $t_c$ , температура воздуха в помещении  $t_b$ , а диаметр трубы  $d$ . Степень черноты трубы  $E_c = 0,9$ . Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл. 8.

Таблица 7.8

| Последняя цифра шифра | d, мм | Предпоследняя цифра шифра | t <sub>c</sub> | t <sub>в</sub> | Последняя цифра шифра | d, мм | Предпоследняя цифра шифра | t <sub>c</sub> | t <sub>в</sub> |
|-----------------------|-------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------|-------|---------------------------|----------------|----------------|
|                       |       |                           | °C             |                |                       |       |                           | °C             |                |
| 0                     | 220   | 0                         | 150            | 15             | 5                     | 270   | 5                         | 100            | 20             |
| 1                     | 230   | 1                         | 140            | 20             | 6                     | 300   | 6                         | 190            | 15             |
| 2                     | 210   | 2                         | 130            | 25             | 7                     | 320   | 7                         | 180            | 10             |
| 3                     | 240   | 3                         | 120            | 35             | 8                     | 340   | 8                         | 170            | 5              |
| 4                     | 250   | 4                         | 110            | 25             | 9                     | 360   | 9                         | 160            | 0              |

Приложение 7.1

## Средние изобарные теплоемкости

| t, °C | Воздух | Кислород O <sub>2</sub> | Азот N <sub>2</sub> | Водород H <sub>2</sub> | Водяной пар H <sub>2</sub> O | Оксид углерода CO | Углекислый газ CO <sub>2</sub> |
|-------|--------|-------------------------|---------------------|------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 0     | 29,073 | 29,274                  | 29,115              | 28,617                 | 33,499                       | 29,123            | 35,860                         |
| 100   | 29,153 | 29,538                  | 29,144              | 29,935                 | 33,741                       | 29,178            | 38,112                         |
| 200   | 29,299 | 29,931                  | 29,228              | 29,073                 | 34,188                       | 29,303            | 40,059                         |
| 300   | 29,521 | 30,400                  | 29,383              | 29,123                 | 34,575                       | 29,517            | 41,755                         |
| 400   | 29,789 | 30,878                  | 29,601              | 29,186                 | 35,090                       | 29,789            | 43,250                         |
| 500   | 30,095 | 31,334                  | 29,864              | 29,249                 | 35,630                       | 30,099            | 44,573                         |
| 600   | 30,405 | 31,761                  | 30,149              | 29,316                 | 36,195                       | 30,426            | 45,758                         |
| 700   | 30,723 | 32,150                  | 30,451              | 29,408                 | 36,789                       | 30,752            | 46,813                         |
| 800   | 31,028 | 32,502                  | 30,748              | 29,517                 | 37,392                       | 31,070            | 47,763                         |
| 900   | 31,321 | 32,825                  | 31,037              | 29,647                 | 38,008                       | 31,376            | 48,617                         |
| 1000  | 31,598 | 33,118                  | 31,313              | 29,789                 | 38,619                       | 31,665            | 49,392                         |
| 1200  | 32,109 | 33,633                  | 31,828              | 30,107                 | 39,825                       | 32,192            | 50,740                         |
| 1400  | 32,565 | 34,076                  | 32,293              | 30,467                 | 40,976                       | 32,653            | 51,858                         |
| 1600  | 32,967 | 34,474                  | 32,699              | 30,832                 | 42,056                       | 33,051            | 52,800                         |
| 1800  | 33,319 | 34,834                  | 33,055              | 31,192                 | 43,070                       | 33,402            | 53,604                         |
| 2000  | 33,641 | 35,169                  | 33,373              | 31,548                 | 43,995                       | 33,708            | 54,290                         |
| 2200  | 33,296 | 35,483                  | 33,658              | 31,891                 | 44,853                       | 33,980            | 54,881                         |
| 2400  | 34,185 | 35,785                  | 33,909              | 32,222                 | 45,645                       | 34,223            | 55,391                         |

Приложение 7.2

## Физические параметры сухого воздуха при давлении 101,3 кПа

| t, °C | $10^2 \cdot \lambda, \text{Вт/(м} \cdot \text{К)}$ | $10^6 \cdot \nu, \text{м}^2/\text{с}$ | $P_r$ |
|-------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| 0     | 2,44                                               | 13,28                                 | 0,707 |
| 100   | 3,21                                               | 23,13                                 | 0,688 |
| 200   | 3,94                                               | 34,85                                 | 0,680 |
| 300   | 4,60                                               | 48,33                                 | 0,674 |
| 400   | 5,21                                               | 63,09                                 | 0,678 |
| 500   | 5,75                                               | 79,38                                 | 0,687 |
| 600   | 6,23                                               | 96,89                                 | 0,699 |
| 700   | 6,71                                               | 115,4                                 | 0,706 |
| 800   | 7,19                                               | 134,8                                 | 0,713 |
| 900   | 7,64                                               | 155,1                                 | 0,717 |
| 1000  | 8,08                                               | 177,1                                 | 0,719 |

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

| № п/п                | Виды мероприятий в рамках текущего контроля             | Количество баллов |
|----------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|
| 1                    | 2                                                       | 3                 |
| 1 текущая аттестация |                                                         |                   |
| 1.1                  | Сдача лабораторных и практических работ по разделу 1    | 15                |
| 1.2                  | Письменный опрос по разделу 1 дисциплины                | 15                |
|                      | ИТОГО за первую текущую аттестацию                      | 30                |
| 2 текущая аттестация |                                                         |                   |
| 2.1                  | Сдача лабораторных и практических работ по разделам 1-2 | 15                |
| 2.2                  | Письменный опрос по разделам 1-2                        | 15                |
|                      | ИТОГО за вторую текущую аттестацию                      | 30                |
| 3 текущая аттестация |                                                         |                   |
| 3.1                  | Сдача лабораторных и практических работ по разделу 2    | 15                |
| 3.2                  | Презентация доклада                                     | 5                 |
| 3.3                  | Письменный опрос по разделу 2 дисциплины                | 20                |
|                      | ИТОГО за третью текущую аттестацию                      | 40                |
|                      | <b>ВСЕГО</b>                                            | <b>100</b>        |

## 9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта);

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. Microsoft Windows.
3. Zoom.

## 10 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

| № п/п | Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины                                                                                                                                                                    | Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование) |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Моноблок, документ-камера, Газовый инфракр. излучатель ГИИ-20UGM, Газовый инфракрасн. излучатель ГИИ-20, Газовый теплоген. Аэрошванк AS 210, Сигнализатор СТГ-1, Термоконтроль к излучателю, ГРПШ-10МС, Компрессор Apollo 50-2 | Проектор, акустическая система (колонки), проекционный экран, интерактивная доска                          |

## 11 Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к практическим, лабораторным занятиям.

Теплотехника [Текст]: учебно-методический комплекс / Г. В. Бахмат, Е. Н. Кабес. - Тюмень :ТюмГНГУ, 2001. - 151 с.

### Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина Теплотехника

Код, специальность 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Направленность

Технология бурения нефтяных и газовых скважин

Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

| Код компетенции                                                                                                                     | Код и наименование результата обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1                                                                                                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| УК-1.<br>Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | Знает методы системного и критического анализа процессов и оборудования, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области техники и технологий, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации (31) | Не знает методы системного и критического анализа процессов и оборудования, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области техники и технологий, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации | Демонстрирует отдельные знания методов системного и критического анализа процессов и оборудования, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации; методик разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области техники и технологий, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации | Демонстрирует достаточные знания методов системного и критического анализа процессов и оборудования, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации; методик разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области техники и технологий, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации | Демонстрирует исчерпывающие знания методов системного и критического анализа процессов и оборудования, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации; методик разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области техники и технологий, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации |

| Код компетенции | Код и наименование результата обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                              | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1-2                                                                                                                                                                                                                                                             | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                 | Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций при реализации технологических процессов нефтегазового производства; теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли (У1)                                                     | Не умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций при реализации технологических процессов нефтегазового производства; теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли                                                     | Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций при реализации технологических процессов нефтегазового производства; теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, допуская значительные неточности и погрешности                                                     | Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций при реализации технологических процессов нефтегазового производства; теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, допуская незначительные неточности                                                     | В совершенстве умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций при реализации технологических процессов нефтегазового производства; теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли                                                     |
|                 | Владеет навыками системного интеллектуального мышления, экспертных оценок, коллективной генерации идей и осуществления предложений по совершенствованию техники и технологий; навыками работы со сложными теплотехническими системами в нефтегазовой отрасли (В1) | Не владеет навыками системного интеллектуального мышления, экспертных оценок, коллективной генерации идей и осуществления предложений по совершенствованию техники и технологий; навыками работы со сложными теплотехническими системами в нефтегазовой отрасли | Владеет навыками системного интеллектуального мышления, экспертных оценок, коллективной генерации идей и осуществления предложений по совершенствованию техники и технологий; навыками работы со сложными теплотехническими системами в нефтегазовой отрасли, допуская значительные неточности и погрешности | Владеет навыками системного интеллектуального мышления, экспертных оценок, коллективной генерации идей и осуществления предложений по совершенствованию техники и технологий; навыками работы со сложными теплотехническими системами в нефтегазовой отрасли, допуская незначительные неточности | В совершенстве владеет навыками системного интеллектуального мышления, экспертных оценок, коллективной генерации идей и осуществления предложений по совершенствованию техники и технологий; навыками работы со сложными теплотехническими системами в нефтегазовой отрасли |

| Код компетенции                                                          | Код и наименование результата обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1                                                                        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| УК-2.<br>Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла | Знает фундаментальные законы термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основные формы распространения теплоты в пространстве, процессы и оборудование, используемое при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации (32)                                                                                                                                    | Не знает фундаментальные законы термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основные формы распространения теплоты в пространстве, процессы и оборудование, используемое при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации                                                                                                                              | Демонстрирует отдельные знания фундаментальных законов термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основных форм распространения теплоты в пространстве, процессов и оборудования, используемого при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации                                                                                                                                                         | Демонстрирует достаточные знания фундаментальных законов термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основных форм распространения теплоты в пространстве, процессов и оборудования, используемого при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации                                                                                                                                           | Демонстрирует исчерпывающие знания фундаментальных законов термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основных форм распространения теплоты в пространстве, процессов и оборудования, используемого при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации                                                                                                                    |
|                                                                          | Умеет разрабатывать проект по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонту и модернизации с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли (У2) | Не разрабатывать проект по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонту и модернизации с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли | Умеет разрабатывать проект по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонту и модернизации с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, допуская значительные неточности и погрешности | Умеет разрабатывать проект по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонту и модернизации с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, допуская незначительные неточности | В совершенстве умеет разрабатывать проект по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонту и модернизации с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли |

| Код компетенции                                                                                                                     | Код и наименование результата обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                            | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                 | 1-2                                                                                                                                                                                                                                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1                                                                                                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                               | 3                                                                                                                                                                                                                                             | 4                                                                                                                                                                                                                                                               | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                     | Владеет навыками практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве (B2) | Не владеет навыками практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве | Владеет навыками практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве, допуская ряд ошибок | Хорошо владеет навыками практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве, допуская незначительные ошибки | В совершенстве владеет навыками практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве |
| ОПК-8. Способен организовывать и контролировать рациональную безопасную профессиональную деятельность групп и коллектива работников | Знает принципы формирования оптимальной системы коммуникации в организации, учитывая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (33)                                                                                        | Не знает принципы формирования оптимальной системы коммуникации в организации, учитывая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия                                                                                        | Демонстрирует отдельные знания по принципам формирования оптимальной системы коммуникации в организации, учитывая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия                                                                                | Демонстрирует достаточные знания по принципам формирования оптимальной системы коммуникации в организации, учитывая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия                                                                                                | Демонстрирует исчерпывающие знания по принципам формирования оптимальной системы коммуникации в организации, учитывая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия                                                                      |
|                                                                                                                                     | Умеет применять на практике элементы коммуникации в организации, с учетом социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий (У3)                                                                                                   | Не умеет применять на практике элементы коммуникации в организации, с учетом социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий                                                                                                   | Умеет применять на практике элементы коммуникации в организации, с учетом социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий, допуская значительные неточности и погрешности                                                                        | Умеет применять на практике элементы коммуникации в организации, с учетом социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий, допуская незначительные неточности                                                                                                      | В совершенстве умеет применять на практике элементы коммуникации в организации, с учетом социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий                                                                                                   |

| Код компетенции | Код и наименование результата обучения по дисциплине                                                                                      | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                     |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                           | 1-2                                                                                                                                     | 3                                                                                                                                                         | 4                                                                                                                                           | 5                                                                                                                                                   |
| 1               | 2                                                                                                                                         | 3                                                                                                                                       | 4                                                                                                                                                         | 5                                                                                                                                           | 6                                                                                                                                                   |
|                 | Владеет навыками и методами формирования наиболее эффективной коммуникации в организации для достижения результатов в работе команды (B3) | Не владеет навыками и методами формирования наиболее эффективной коммуникации в организации для достижения результатов в работе команды | Владеет навыками и методами формирования наиболее эффективной коммуникации в организации для достижения результатов в работе команды, допуская ряд ошибок | Хорошо владеет навыками и методами формирования наиболее эффективной коммуникации в организации для достижения результатов в работе команды | В совершенстве владеет навыками и методами формирования наиболее эффективной коммуникации в организации для достижения результатов в работе команды |

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина ТеплотехникаКод, специальность 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологииНаправленность Технология бурения нефтяных и газовых скважин, Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

| № п/п | Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Количество экземпляров в БИК | Контингент обучающихся, использующих указанную литературу | Обеспеченность обучающихся литературой, % | Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-) |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1     | Тепломасообменное оборудование и тепловые процессы в системах транспорта и хранения нефти и газа [Текст]: учебник для студентов образовательных организаций высшего образования, обучающихся по направлению подготовки магистратуры "Нефтегазовое дело" / Ю. Д. Земенков [и др.] ; ред. Ю. Д. Земенков ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2015. - 175 с.                                                                        | 46+ЭР                        | 30                                                        | 100                                       | +                                         |
| 2     | Кудинов, Василий Александрович.<br>Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - 4-е изд., пер. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2020. - 454 с. - (Высшее образование). - URL: <a href="https://urait.ru/bcode/449806">https://urait.ru/bcode/449806</a> . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Юрайт".                                | ЭР                           | 30                                                        | 100                                       | +                                         |
| 3     | Теплотехника [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям направления подготовки "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования" и по направлениям подготовки бакалавров "Эксплуатация транспортных средств" и "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / М. Г. Шатров [и др.] ; под ред. М. Г. Шатрова. - 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2013. - 288 с. | 46                           | 30                                                        | 100                                       | -                                         |
| 4     | Транспорт и хранение нефти и газа в примерах и задачах [Текст] : учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / Г. В. Бахмат [и др.] ; ред. Ю. Д. Земенков ; ТюмГНГУ. - Тюмень : Вектор Бук, 2010. - 544 с.                                                                                                                                                                                                          | 100                          | 30                                                        | 100                                       | -                                         |

Руководитель образовательной программы \_\_\_\_\_

А.Е. Анашкина

Директор БИК \_\_\_\_\_

Д.Х. Каюкова

« 30 » 08 2021 г.

« 30 » 08 2021 г.

М.П.

Степанов

А.В.

В.В. Степанов

