

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

### УТВЕРЖДЕНО

Решением Ученого совета инженерно-физического факультета высоких технологий)  
от « 16 » июня 2020 г. Протокол № 11  
Председатель \_\_\_\_\_ А.Ш.Хусаинов  
(подпись)  
« 17 » июня 2020г

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b>Термодинамика и теплопередача</b>
Факультет	<b>Инженерно-физический факультет высоких технологий</b>
Кафедра	<b>Физических методов в прикладных исследованиях</b>
Курс	<b>2</b>

Направление (специальность): **21.03.01 «НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО» (бакалавриат)**  
(код направления (специальности), полное наименование)

Направленность (профиль/специализация): **Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти**  
(полное наименование)

Форма обучения: **очная**  
(очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются))

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **«01» сентября 2017 г.**

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 11 от 26.06 2021г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
<b>Цынаева Е.А.</b>	<b>Физических методов в прикладных исследованиях</b>	<b>к.т.н., доцент</b>

### СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой Физических методов в прикладных исследованиях

  
(подпись) / Костюшко Б.М./  
(ФИО)  
« \_\_\_\_ » августа 20\_\_ г.

### СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

  
(подпись) / Кузнецов А. И. /  
(ФИО)  
« \_\_\_\_ » августа 20\_\_ г.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цели освоения дисциплины:** Целью курса является изучение раздела «Термодинамика и теплопередача» блока Б1.В.ОД дисциплин специальностей **21.03.01 «НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛЮ»** (бакалавриат). Курс имеет прикладную направленность и включает ряд задач, важных при изучении других дисциплин.

Целью курса является формирование у студентов навыков исследования физических процессов, теоретических и практических умений применения основных законов термодинамики и теплопередачи.

### Задачи освоения дисциплины:

- о параметрах, описывающих состояния термодинамической системы;
- о способах описания состояния термодинамической системы и термодинамическом процессе;
- о химической реакции и химическом равновесии термодинамической системы;
- о методах анализа эффективности циклов тепловых установок;
- о видах теплопередачи и основных законах движения тепловых потоков;
- о классификации теплообменных аппаратов;
- об энергетических и экологических проблемах использования теплоты;

### знать:

- способы описания и основные характеристики термодинамической системы;
- основные законы (начала) термодинамики;
- способы изменения состояния термодинамической системы;
- особенности циклов компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных, паросиловых и холодильных установок;
- основные законы, описывающие процессы тепло- и массообмена;
- основные характеристики топлив;

### уметь:

- описывать состояние термодинамической системы и изменение этого состояния;
- различать процессы изменения состояний термодинамической системы;
- определять по виду индикаторной диаграммы тип устройства и термодинамического цикла;
- определять параметры работы компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных, паросиловых и холодильных установок;
- записывать уравнения реакций сгорания топлив и определять стехиометрический состав продуктов сгорания;
- определять низшую теплоту сгорания топлив;
- рассчитывать необходимые размеры устройств для перемещения нефтепродуктов или продуктов их сгорания;

### приобрести навыки:

- решения задач по нахождению параметров состояния (и их изменения) термодинамической системы;
- определения по виду индикаторной диаграммы типа тепловой машины и происходящего в ней термодинамического цикла;
- определения по виду индикаторной диаграммы устройства его основных

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

характеристик;

- расчета параметров различного вида теплообмена;
- определения типа процесса горения; вычисления расхода топлива, теплоты сгорания горючего, расхода воздуха и продуктов сгорания;

владеть, иметь опыт:

- определения теплопроводности твердых материалов методом плоского слоя;
- расчета параметров теплоотдачи при естественной конвекции в атмосфере различных газов;
- определения энергетических характеристик теплообмена калориметрическим методом;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина является обязательной и относится к базовой части Блока Б1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), устанавливаемой вузом. Данная дисциплина является одной из основополагающих дисциплин в системе подготовки бакалавра по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело». Она охватывает широкий круг проблем и поэтому связана со многими дисциплинами, направленными на формирование компетенций по технологическому и техническому деятельности, реализации нефтегазовых технологических проектов создания нефтегазовых производств, .

Дисциплина читается в 4-ом семестре 2-ого курса студентам очной формы обучения и базируется на отдельных компонентах компетенций, сформированных у обучающихся в ходе изучения предшествующих учебных дисциплин учебного плана: История НГО; Начертательная геометрия, Математический анализ, Аналитическая геометрия и линейная алгебра, Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика в нефтегазовом деле, Физическая и коллоидная химия, Электрохимия, Экология, Физика, Инженерная компьютерная графика, Теоретическая и прикладная механика, Геология, Химия, Дифференциальные уравнения и дискретная математика, Материаловедение и технология конструкционных материалов, Бурение нефтяных скважин, Психология и педагогика, Подготовка нефти и газа к транспорту, Теория вероятностей и математическая статистика

а также при прохождении учебных и производственных практик, включая проектную деятельность.

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- знание базовых профессиональных понятий и определений в области физики и гидравлики;
- способность использовать нормативные правовые документы;
- способность использовать основные положения и методы физических наук;
- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования;
- способность применять знания физики.

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин: Нефтепромысловая геология, Метрология, квалиметрия и стандартизация, Химия нефти и газа, Основы диагностики, САПР в инженерных расчетах, Электропривод и электрооборудование технологических объектов нефтегазовой отрасли, Исследование скважин и пластов, Насосы и компрессоры, Подземная гидромеханика, Разработка нефтяных месторождений, Основы

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

автоматизации технологических процессов нефтегазового производства, Скважинная добыча нефти, Обслуживание и ремонт скважин, Компьютерные технологии в добыче нефти, Осложненные условия разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, Мониторинг процессов извлечения нефти, Физика пласта, Безопасность технологических процессов в добыче нефти, Процессы, протекающие в призабойной зоне скважин, Основные технологии и технологические комплексы нефтегазового производства, Основы теории надёжности, Альтернативные источники энергии, Автоматизированные системы обслуживания объектов добычи нефти, Управление продуктивностью скважин, а также для прохождения производственных практик, государственной итоговой аттестации.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПОП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
<b>ОПК-1</b> - Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания;	<b>Знать:</b> методы поиска , хранения и переработки информации в области термодинамики и теплопередачи <b>Уметь:</b> осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников в области термодинамики и теплопередачи <b>Владеть:</b> методами и средствами обработки и хранения информации в области термодинамики и теплопередачи
<b>ОПК- 2</b> способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;	<b>Знать:</b> методы поиска , хранения и переработки информации в области термодинамики и теплопередачи <b>Уметь:</b> осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников в области термодинамики и теплопередачи <b>Владеть:</b> методами и средствами обработки и хранения информации в области термодинамики и теплопередачи
<b>ПК-2</b> Способен осуществлять	<b>Знать:</b> методы поиска , хранения и переработки информации в области термодинамики и теплопередачи <b>Уметь:</b> осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

оперативное сопровождение технологических процессов добычи нефти, газа и газового конденсата;	информации из различных источников в области термодинамики и теплопередачи <b>Владеть:</b> методами и средствами обработки и хранения информации в области термодинамики и теплопередачи
<b>ПК-3</b> Способен осуществлять инженерное сопровождение технологических процессов добычи нефти, газа и газового конденсата;	<b>Знать:</b> методы поиска, хранения и переработки информации в области термодинамики и теплопередачи <b>Уметь:</b> осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников в области термодинамики и теплопередачи <b>Владеть:</b> методами и средствами обработки и хранения информации в области термодинамики и теплопередачи

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 3 ЗЕТ.

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах):

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – очная)				
	Всего по плану	в т.ч. по семестрам			
		1	2	3	4
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	48	-	-	-	48
Аудиторные занятия:	48				48
• лекции	16	-	-	-	16
• семинары и практические занятия	16	-	-	-	16
• лабораторные работы, практикумы	16	-	-	-	16
Самостоятельная работа	60	-	-	-	60
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	тестирование, устный опрос, деловая игра	-	-	-	тестирование, устный опрос, деловая игра
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Виды промежуточной аттестации (зачет, зачет)	зачет	-	-	-	зачет
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>108</b>	-	-	-	<b>108</b>

4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

Форма обучения – *очная*

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		лекции	практические занятия, семинары	лабораторные работы, практикумы			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1. Основные законы термодинамики	26	4	4	4		14	тестирование, устный опрос, деловая игра
2. Термодинамические циклы	28	4	4	4		16	тестирование, устный опрос, деловая игра
3. Основные законы теплопередачи	28	4	4	4		16	тестирование, устный опрос, деловая игра
4. Экологические проблемы термодинамики и теплопередачи	26	4	4	4		14	тестирование
<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>60</b>	-

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### Тема 1. Основные законы термодинамики

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ТЕРМОДИНАМИКИ. Основные понятия и определения. Термодинамическая система и рабочее тело. Газовые смеси. Параметры и функции состояния. Уравнения состояния. Основные начала термодинамики.

1.2. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ. Термодинамические процессы с идеальным газом. Политропный процесс. Изоэнтропный и изотермический процессы. Изобарный и изохорный процессы. Исследование политропных процессов.

##### Тема 2. Термодинамические циклы

2.1. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ. Понятие о круговом процессе. Прямой и обратный цикл. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Циклы реактивных

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

двигателей, газотурбинных установок. Компрессоры.

2.2. ВОДЯНОЙ ПАР. Термодинамические процессы с водяным паром. Диаграммы  $pV$ ,  $Ts$ ,  $sh$ . Циклы паросиловых установок (прямой и обратный). Влажный воздух, его свойства.  $H-D$  – диаграмма влажного воздуха.

2.3. ЭЛЕМЕНТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ. Термодинамическое равновесие. Состав топлив, химические реакции, тепловые эффекты. Низшая теплота сгорания топлив. Общая характеристика топлив.

2.4. ОСНОВЫ ГОРЕНИЯ. ТОПЛИВО. Твердые, жидкие, газовые топлива. Моторные топлива для поршневых ДВС. Основные характеристики топлив. Реакции и продукты сгорания топлив. Рабочее тело тепловых ДВС.

### **Тема 3. Основные законы теплопередачи**

3.1. ОСНОВЫ ТЕПЛООБМЕНА. Виды теплообмена. Основные законы переноса теплоты. Основные законы переноса вещества.

3.2. ОСНОВЫ МАССООБМЕНА. Диффузия с поверхности. Испарение воды в воздух.

3.3. ТЕПЛООБМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА. Типы теплообменных аппаратов. Изменение температуры теплоносителей. Температурный напор. Коэффициент теплопередачи. Тепловая эффективность. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов. Регенеративные теплообменники.

### **Тема 4. Экологические проблемы термодинамики и теплопередачи**

4.1. ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. Токсичность продуктов сгорания. Воздействие токсичных выбросов на человека и окружающую среду. Теплообмен в атмосфере и на поверхности Земли. Парниковый эффект.

4.2. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОТЫ В ОТРАСЛИ. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. Энергопотребление на автомобильном транспорте.

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебной дисциплины и должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньших затратах времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

## **5. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

### **Тема 1. Основные законы термодинамики**

1. Основные термодинамические функции, параметры состояния. Уравнение состояния газа.
2. Газовые смеси. Закон Дальтона
3. Теплоемкость газа. Тепловой баланс

### **Тема 2. Термодинамические циклы**

4. Термодинамические процессы.
5. Диаграммы состояния.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

### Тема 3. Основные законы теплопередачи

6. Циклы тепловых установок.
7. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме.

### Тема 3. Экологические проблемы термодинамики и теплопередачи

8. Экологические проблемы термодинамики и теплопередачи при работе теплообменного оборудования.

#### Задание на деловую игру (ДИ-1):

Практическая работа студентов в малых группах (по 3-5 человек). Составить задачу по определению параметров ТДС при помощи таблиц и диаграмм воды и водяного пара. По завершении производится заслушивание доклада каждой малой группы, его общее публичное обсуждение и итоговое оценивание с участием преподавателя.

Время - общее 60 мин. (50 мин. – самостоятельная работа, 10 мин. – обсуждение каждого доклада).

## 6. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

#### Работа 1.

**Вопросы по теме** (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения)

1. Определение температурного поля.
2. Определение градиента.
3. Перечислите и дайте определения основных характеристик процесса теплообмена.

#### Работа 2.

**Вопросы по теме** (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения)

1. Определение температурного поля.
2. Что такое спектр излучения (поглощения)?
3. Какими параметрами определяется спектр излучения вещества?
4. Дайте определение абсолютно черного тела, белого тела, серого тела.
5. Что такое коэффициент черноты?

#### Работа 3.

**Вопросы по теме** (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения)

1. Что такое коэффициент черноты?
2. Какие режимы могут быть реализованы при различных значениях температурного напора?
3. В чем состоит теория подобия? Какие явления можно назвать подобными?
4. Приведите и объясните теоремы подобия.
5. Что такое индикатор подобия?

#### Работа 4.

**Вопросы по теме** (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения)

1. Дайте качественное описание процесса свободной и вынужденной конвекции
2. Какими причинами обусловлен конвективный теплообмен, характер движения частиц среды).
3. Основные законы, на которых базируется количественное описание процесса свободной и вынужденной конвекции.
4. Перечислите основные характеристики процесса.

#### Работа 5.

**Вопросы по теме** (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения)

1. Перечислите основные положения, на которых базируется теоретическое описание газовых потоков.
2. Запишите основные уравнения, описывающие поведение газовых

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

ПОТОКОВ.

## 7. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ (ЗАЧЕТУ)

1. Термодинамика как наука, история ее возникновения и современное состояние. Понятия термодинамической системы и термодинамического процесса.
2. Термические параметры: температура, давление, плотность. Приборы и методы измерения температуры и давления.
3. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.
4. Основные газовые законы. Изопроцессы.
5. Газовые смеси.
6. Внутренняя энергия и энтальпия.
7. Работа и теплота.
8. Теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость газовой смеси.
9. Теплоемкость идеального газа. Закон равнораспределения.
10. Взаимодействие термодинамической системы с окружающей средой. Первое начало термодинамики для закрытой системы.
11. Применение первого начала термодинамики к основным термодинамическим процессам.
12. Первое начало термодинамики для открытой системы.
13. Первое начало термодинамики для потока.
14. Равновесные термодинамические процессы и их обратимость. Циклы прямые и обратные.
15. Политропный процесс. Работа, внутренняя энергии и теплота политропного процесса.
16. Исследование политропного процесса. Изопроцессы как частные случаи политропного процесса.
17. Цикл Карно.
18. Энтропия. Изменение энтропии в процессах.
19. Энтропия и термодинамическая вероятность. Статистический смысл второго начала термодинамики.
20.  $Ts$ -диаграмма для идеального газа. Изображение на  $Ts$ -диаграмме основных термодинамических процессов.
21. Цикл Карно на  $Ts$ -диаграмме. Обобщенный Цикл Карно.
22. Дифференциальное уравнение внутренней энергии.
23. Дифференциальное уравнение энтальпии.
24.  $Ts$ -диаграмма пара. Процессы изменения состояния пара в  $p\nu$ - и  $Ts$ -диаграммах.
25.  $hs$ -диаграмма пара. Процессы изменения состояния пара в  $p\nu$ - и  $hs$ -диаграммах.
26. Водяной пар. Таблицы и диаграммы водяного пара.
27. Влажный воздух.
28. Основные термодинамические процессы в одноступенчатом компрессоре. Работа и мощность на привод компрессора.
29. Многоступенчатый компрессор.
30. Детандеры.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

31. Двигатели внутреннего сгорания. Цикл двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты.
32. Двигатели внутреннего сгорания. Цикл двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном объеме.
33. Двигатели внутреннего сгорания. Цикл двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном давлении.
34. Газотурбинные установки. Цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при постоянном давлении.
35. Газотурбинные установки. Цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при постоянном объеме.
36. Методы повышения термического КПД газотурбинных установок.
37. Бескомпрессорные воздушно-реактивные двигатели.
38. Цикл Ренкина.
39. Теплофикационный цикл.
40. Цикл теплового насоса.
41. Цикл холодильной машины абсорбционного типа.
42. Виды теплообмена.
43. Основные понятия и термины теплообмена (количество теплоты, тепловой поток, плотность теплового потока, температурный градиент).
44. Формулы для теплового и массового потоков при теплоотдаче и массоотдаче.
45. Основные законы теплообмена излучением.
46. Теплоотдача при свободном движении в гравитационном поле массовых сил.
47. Содержание и математическая формулировка задачи теплопроводности.
48. Теплоотдача при свободном движении в инерционном поле массовых сил.
49. Содержание и математическая формулировка задачи теплоотдачи.
50. Теплоотдача в криволинейных каналах и змеевиках.
51. Дифференциальное уравнение теплоотдачи.
52. Дополнительное условие подобия потоков при движении газа с большой скоростью.
53. Методы решения задачи теплоотдачи.
54. Особенности процесса теплоотдачи при движении газа с большой скоростью.
55. Теплоотдача: физика явления, факторы, оказывающие влияние на интенсивность теплоотдачи.
56. Формулы для расчета тепловых потоков при движении газа с большой скоростью.
57. Теплопроводность плоской многослойной стенки. Формула для теплового потока.
58. Результаты исследования теплоотдачи при движении газа с большой скоростью.
59. Теплоотдача через плоскую многослойную стенку. Формула для теплового потока.
60. Теплопроводность цилиндрической стенки. Формула для теплового потока.
61. Теплоотдача через цилиндрическую стенку. Формула для теплового потока.
62. Теплоотдача через ребристую стенку.
63. Виды теплообменных аппаратов.

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019 г.).

Форма обучения – очная.

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, зачета и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
5. Основные законы термодинамики	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к тестированию;</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	15	тестирование, устный опрос, зачет
6. Термодинамические циклы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка материалов для доклада по результатам деловой игры;</li> <li>• Подготовка к тестированию;</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	15	тестирование, устный опрос, деловая игра, зачет
7. Основные законы теплопередачи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка материалов для доклада по результатам деловой игры;</li> <li>• Подготовка к тестированию;</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	15	тестирование, устный опрос, деловая игра, зачет
8. Экологические проблемы термодинамики и теплопередачи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка материалов для доклада по результатам деловой игры;</li> <li>• Подготовка к тестированию;</li> <li>• Подготовка к сдаче зачета</li> </ul>	15	тестирование, устный опрос, деловая игра, зачет

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

## а) Список рекомендуемой литературы

### основная:

1. *Ерофеев, В. Л.* Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для вузов / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 308 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01738-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/448239>
2. Теоретические основы термодинамики и теплопередачи : учебное пособие / А. Н. Ларионов, Ю. И. Кураков, В. С. Воищев [и др.]. — Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2015. — 200 с. — ISBN 978-5-7267-0836-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72761.html>
3. Крайнов, А. В. Термодинамика и теплопередача. Часть 1. Термодинамика : учебное пособие / А. В. Крайнов, Е. Н. Пашков. — Томск : Томский политехнический университет, 2017. — 160 с. — ISBN 978-5-4387-0769-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84039.html>

### дополнительная:

1. Козырев, А. В. Термодинамика и молекулярная физика : учебное пособие / А. В. Козырев. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. — 114 с. — ISBN 978-5-4332-0029-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13871.html>
2. Лоренц, Г. А. Лекции по термодинамике / Г. А. Лоренц ; перевод М. Е. Гинцбург ; под редакцией К. В. Астахов. — Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2001. — 172 с. — ISBN 5-93972-033-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/17631.html>
3. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 248 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05094-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/444050>
4. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 454 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06669-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/431795>
5. Теория теплопереноса в нефтегазовых и строительных технологиях : учебное пособие для вузов / А. Б. Шабаров [и др.] ; под редакцией А. Б. Шабарова, А. А. Кислицына. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 332 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-03562-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/438330>

### учебно-методическая:

1. **Наседкина Ю. Ф.** Теплотехника [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / **Наседкина Ю. Ф.**; УлГУ, ИФФВТ, Каф. физ. методов в прикл. исслед. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 3,44 МБ). - Ульяновск : УлГУ, 2013.
2. **Наседкина Ю. Ф.** Теплотехника [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / **Ю. Ф. Наседкина**; УлГУ. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 4,26 МБ). - Ульяновск : УлГУ, 2008.

Согласовано: \_\_\_\_\_  
 Должность: \_\_\_\_\_  
 ФИО: \_\_\_\_\_  
 Подпись: \_\_\_\_\_  
 Дата: \_\_\_\_\_

## б) Программное обеспечение:

- Операционная система Windows;

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

- Пакет офисных программ Microsoft Office.

## в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. **IPRbooks** : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2020]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. **ЮРАЙТ** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2020]. - URL: <https://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. **Консультант студента** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2020]. – URL: [http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch\\_kit/x2019-128.html](http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch_kit/x2019-128.html). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. **Лань** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2020]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2020]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.6. **Clinical Collection** : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=e3ddfb99-a1a7-46dd-a6eb-2185f3e0876a%40sessionmgr4008>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2020].

### 3. Базы данных периодических изданий:

3.1. **База данных периодических изданий** : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2020]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. **eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2020]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. **«Grebennikon»** : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2020]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. **Национальная электронная библиотека** : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2020]. – URL: <https://нэб.пф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. **SMART Imagebase** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebsco.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

### 6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

Министерство образования и науки Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине Термодинамика и теплопередача		

6.2. **Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

### 7. Образовательные ресурсы УлГУ:

7.1. **Электронная библиотека УлГУ** : модуль АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

7.2. **Образовательный портал УлГУ**. – URL: <http://edu.ulsu.ru>. – Режим доступа : для зарегистр. пользователей. – Текст : электронный.

Согласовано: \_\_\_\_\_  
 Должность сотрудника УлГУ \_\_\_\_\_  
 ФИО \_\_\_\_\_  
 Подпись \_\_\_\_\_  
 Дата \_\_\_\_\_

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций и семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

## 13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

Разработчик \_\_\_\_\_

(подпись)

доц. кафедры \_\_\_\_\_

(должность)

Цынаева Е.А.

(ФИО)