

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кудрявцев Максим Геннадьевич  
Должность: Проректор по образовательной деятельности  
Дата подписания: 03.09.2022 10:05:46  
Уникальный программный ключ:  
790a1a8df2525774421adc1f96453f0e907bfb0

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный аграрный заочный университет»

Кафедра эксплуатации и технического сервиса машин

Принято Ученым Советом  
ФГБОУ ВО РГАЗУ

«21» сентября 2022 г. Протокол №2



## Рабочая программа дисциплины

### Передача и распределение энергии

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы Электроснабжение сельских территорий

Квалификация бакалавр

Форма обучения **очная**

Балашиха 2022 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа дисциплины разработана *старшим преподавателем* кафедры эксплуатации и технического сервиса машин Юдиным Ю.А.  
под руководством *доцента* кафедры эксплуатации и технического сервиса машин к.т.н., доцента Сметнева А.С.

Рецензент: *к.э.н., доцент кафедры эксплуатации и технического сервиса машин Семенов А.В.*

# 1 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций

## 1.1 Перечень компетенций, формируемых учебной дисциплиной

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций Планируемые результаты обучения
<b>Общепрофессиональная компетенция</b>	
<p><b>ПК-2.</b> Инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи</p>	<p><b>ИД-1</b>ПК-2 Знает нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы отдельных воздушных линий, допустимые перегрузки по току и температурам воздушных линий;</p> <p><b>ИД-2</b>ПК-2 Умеет применять справочные материалы, анализировать научно-техническую информацию в области эксплуатации воздушных линий электропередачи. Проведение выборочных контрольных и внеочередных осмотров (объездов, облетов) воздушных линий электропередачи для испытаний воздушных линий и замеров их технических параметров. Организовывать и выполнять работы по ремонту и техническому обслуживанию высоковольтных линий электропередачи.</p> <p><b>ИД-3</b>ПК-2 Владеет подготовкой данных о техническом состоянии воздушных линий электропередачи, отдельных линейных сооружений, местах установки и техническом состоянии фиксирующих индикаторов, приборов определения мест повреждений. Навыками планирования работы по ремонту воздушных линий электропередачи. Навыками анализа информации, технических данных, показателей и результатов работы, их обобщение и систематизация. Правилами технологического функционирования электроэнергетических систем; Типовые проектные решения по узлам системы электроснабжения; Основы организации цифровых локально-вычислительных сетей с использованием протокола системы стандартов передачи данных.</p>

## 1.2 . Перечень планируемых результатов обучения по учебной дисциплине

Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
<b>Универсальная или Общепрофессиональная или профессиональная компетенция (код и наименование)</b>	
<p><b>ПК-2.</b> Инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи</p> <p><b>ИД-1</b>ПК2    <b>ИД-2</b>ПК2    <b>ИД-3</b></p>	<p><b>Знает</b> нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы отдельных воздушных линий, допустимые перегрузки по току и температурам воздушных линий;</p> <p><b>Умеет</b> применять справочные материалы, анализировать научно-техническую информацию в области эксплуатации воздушных линий электропередачи.</p> <p>Проведение выборочных контрольных и внеочередных</p>

ПК2	осмотров (объездов, облетов) воздушных линий электропередачи для испытаний воздушных линий и замеров их технических параметров. Организовывать и выполнять работы по ремонту и техническому обслуживанию высоковольтных линий электропередачи. <b>Владеет</b> подготовкой данных о техническом состоянии воздушных линий электропередачи, отдельных линейных сооружений, местах установки и техническом состоянии фиксирующих индикаторов, приборов определения мест повреждений. Навыками планирования работы по ремонту воздушных линий электропередачи. Навыками анализа информации, технических данных, показателей и результатов работы, их обобщение и систематизация. Правилами технологического функционирования электроэнергетических систем; Типовые проектные решения по узлам системы электроснабжения; Основы организации цифровых локально-вычислительных сетей с использованием протокола системы стандартов передачи данных.
-----	--

## 2. Цели и задачи освоения учебной дисциплины, место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Теплотехника относится к вариативной части блока дисциплин, формируемых участниками образовательного процесса основной профессиональной образовательной программы высшего образования 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Цель - формирование знаний в области теории расчетов и анализа режимов электрических систем и сетей, обеспечения при их проектировании и эксплуатации экономичности, надежности и качества электроэнергетики.

Задачи - изучение технических средств и решений применяемых в электрических сетях и системах для решения следующих профессиональных задач: научиться составлять схемы замещения, определять их параметры и рассчитывать режимы электрических сетей и систем; научить основам проектирования электрических сетей и систем и методам повышения их экономичности, надежности и качества электроэнергии; ознакомить с физической сущностью явлений, сопровождающих процесс производства, распределения и потребления электроэнергии; ознакомить с конструкциями элементов линий электропередачи.

## 3. Объем учебной дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий, текущий и промежуточный контроль по дисциплине) и на самостоятельную работу обучающихся

### 3.1 Очная форма обучения

Вид учебной работы	4 семестр
Общая трудоемкость дисциплины, зачетных единиц часов	108
<b>Аудиторная (контактная) работа, часов</b>	<b>32</b>
в т.ч. занятия лекционного типа	16
занятия семинарского типа	16
промежуточная аттестация	
<b>Самостоятельная работа обучающихся, часов</b>	<b>72</b>

в т.ч. курсовая работа	-
<b>Контроль</b>	<b>4</b>
Вид промежуточной аттестации	зачёт

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Перечень разделов дисциплины с указанием трудоемкости аудиторной (контактной) и самостоятельной работы, видов контролей и перечня компетенций**  
Очная форма обучения

Наименование разделов и тем	Трудоемкость, часов			Наименование оценочного средства	Код ИДК
	всего	в том числе			
		аудиторной (контактной) работы	самостоятельной работы		
<b>Раздел 1. Сведения о электрических сетях и системах.</b>	<b>35</b>	<b>11</b>	<b>24</b>		ОПК-3
Тема 1.1. Основные сведения электрических сетей и системах.	12		8	Задача (практическое задание, лабораторная работа) Собеседование Тест Расчетно-графическая работа	
Тема 1.2. Характеристики и расчет параметров схем замещения элементов электроэнергетической системы.	12	11	8		
1.3. Особенности электрических сетей сельскохозяйственного назначения.	11		8		
<b>Раздел 2. Расчет режимов</b>	<b>35</b>	<b>11</b>	<b>24</b>		ОПК-3
2.1. Расчет и анализ установившихся режимов разомкнутых электрических сетей	12		8	Задача (практическое задание, лабораторная работа) Собеседование Тест Расчетно-графическая работа	
2.2. Расчет и анализ установившихся режимов замкнутых электрических сетей	23	11	16		
<b>Раздел 3. Расчет режимов с помощью ЭВМ</b>	<b>34</b>	<b>10</b>	<b>24</b>		ОПК-3
3.1 Основы расчета установившихся режимов электрических сетей на ЭВМ.	12	4	8	Задача (практическое задание, лабораторная работа) Собеседование Тест	
3.2 Основы регулирования режимов ЭЭС. Влияние качества напряжения на работу	22	6	16		

электроприемников и элементов сети.				Расчетно-графическая работа	
<b>Контроль</b>	<b>4</b>				
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>117</b>		

***Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости***

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Задача (практическое задание, лабораторная работа)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача (задание) должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.	Комплект задач и заданий
2	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины, представленные в привязке к компетенциям, предусмотренным РПД
3	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
4	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы

***4.2 Содержание дисциплины по разделам***

**Раздел 1. Термодинамика.**

**Цель** - приобретение необходимых теоретических, инженерных и практических знаний, связанных с протеканием механических и тепловых процессов в машинах и механизмах эксплуатации, ремонте и сервисном обслуживании транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования различного назначения в современных условиях и с перспективами их развития.

**Задачи** - изучение основных понятий термодинамики, уравнений состояния, обратимых и необратимых термодинамических процессов; методов определения количества теплоты, изменения внутренней энергии, работы термодинамических процессов, определения изменения энтальпии и энтропии; фазовых переходов при использовании пара в энергетических установках.

## Перечень учебных элементов раздела:

### 1.1 Термические параметры, теплоемкость, термодинамические функции. Законы термодинамики.

1. Предмет технической термодинамики и ее методы.
2. Термодинамическая система.
3. Основные параметры состояния.
4. Равновесное и неравновесное состояние.
5. Уравнение состояния.
6. Термическое и калориметрическое уравнения состояния.
7. Теплота и работа, как формы передачи энергии.
8. Смеси рабочих тел.
9. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями.
10. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение давлений компонентов.
11. Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости.
12. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении.
13. Зависимость теплоемкости от температуры и давления.
14. Средняя и истинная теплоемкости.
15. Формулы и таблицы для определения теплоемкости.
16. Теплоемкость смеси рабочих тел.
17. Первый закон термодинамики.
18. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния.
19. Внутренняя энергия.
20. Энтальпия.
21. Энтропия. PV и TS диаграммы.
22. Второй закон термодинамики.
23. Термодинамические циклы тепловых машин.

### 1.2 Термодинамический анализ обратимых процессов

1. Термодинамический процесс.
2. Равновесные и неравновесные процессы.
3. Обратимые и необратимые процессы.
4. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел.
5. Политропные процессы.
6. Основные характеристики политропных процессов.
7. Изображение в координатах PV и TS.
8. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный - частные случаи политропного процесса.
9. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы

### 1.3 Фазовые переходы. Процессы производства водяного пара.

1. Термодинамические процессы в реальных газах и парах.
2. Свойства реальных газов.
3. Пары. Основные определения.
4. Процессы парообразования в PV и TS координатах. Водяной пар.
5. Понятие об уравнении Вукаловича - Новикова. Уравнение Боголюбова - Майера.
6. Термодинамические таблицы воды и водяного пара, PV, TS, HS, диаграммы водяного пара.
7. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и HS - диаграммы.

## Раздел 2. Тепломассообмен

**Цель** - приобретение необходимых теоретических, инженерных и практических знаний, связанных с расчетами тепломассообменных процессов в машинах и механизмах, используемых при эксплуатации, ремонте и сервисном обслуживании транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования различного назначения в современных условиях и с перспективами их развития.

**Задачи** - изучение основных законов движения и преобразования тепловой энергии; изучение основных законов и процессов различных видов теплообмена: теплопередача; конвективный теплообмен, излучение; изучение конструкций и основ проектного и поверочного расчёта теплообменных аппаратов.

## **Перечень учебных элементов раздела:**

### **2.1 Теплопроводность**

1. Предмет и задачи теории теплообмена.
2. Основные понятия и определения.
3. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение.
4. Сложный теплообмен.
5. Закон Фурье.
6. Коэффициент теплопроводности.
7. Механизмы передачи теплоты в металлах, диэлектриках, полупроводниках, жидкостях и газах.
8. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
9. Условия однозначности.
10. Теплопроводность при стационарном режиме.
11. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.
12. Нестационарный процесс теплопроводности.
13. Общие понятия о методах решения задач нестационарной теплопроводности.

### **2.2 Конвективный теплообмен**

1. Основные понятия и определения.
2. Уравнение Ньютона - Рихмана.
3. Коэффициент теплоотдачи.
4. Основы теории подобия. Основные определения.
5. Определяющие критерии.
6. Метод моделирования.
7. Физический смысл основных критериев подобия.
8. Понятие о математическом моделировании.
9. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости.
10. Теплообмен при движении жидкости вдоль плоской поверхности; теплоотдача при ламинарном и турбулентном пограничном слое.
11. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы.
12. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб, коридорно и шахматно расположенных.
13. Критериальные уравнения.

### **2.3 Теплообмен излучением. Сложный теплообмен. Теплообменные аппараты**

1. Общие понятия и определения; тепловой баланс лучистого теплообмена.
2. Законы теплового излучения.
3. Излучение газов.
4. Теплообмен излучением в топках и камерах сгорания.
5. Сложный теплообмен.
6. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую, и оребренную стенки.



7. Коэффициент теплопередачи.
8. Пути интенсификации процесса теплопередачи.
9. Тепловая изоляция.

### **Раздел 3. Термодинамические циклы и тепловые машины.**

**Цель** - приобретение необходимых теоретических, инженерных и практических знаний, связанных с протеканием механических и тепловых процессов в машинах и механизмах, с защитой окружающей среды от вредных выбросов тепловых двигателей при эксплуатации, ремонте и сервисном обслуживании транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования различного назначения в современных условиях и с перспективами их развития.

**Задачи** – изучение теоретических основ термодинамических расчётов прямых и обратных циклов тепловых машин; изучение основ термодинамического расчёта циклов двигателей внутреннего сгорания и их энергетических характеристик; изучение циклов паросиловых и холодильных установок, видов топлива и основных положений теории горения.

#### **Перечень учебных элементов раздела:**

##### **3.1. Термодинамический анализ прямых циклов**

1. Прямые и обратные циклы.
2. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент.
3. Циклы Карно и анализ их свойств.
4. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
5. Философское и статистическое толкования второго закона термодинамики.
6. Третье начало термодинамики.

##### **3.2. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания**

1. Принцип действия поршневых ДВС.
2. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты.
3. Цикл со смешанным подводом теплоты.
4. Изображение циклов в PV и TS диаграммах.
5. Термодинамические и эксергетические КПД циклов ДВС.
6. Сравнительный анализ термодинамических циклов ДВС.
7. Среднее теоретическое давление цикла ДВС.
8. Расчет теоретической мощности двигателя.

##### **3.3. Циклы компрессорных и холодильных машин**

1. Классификация компрессоров и принцип действия.
2. Индикаторная диаграмма.
3. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатия.
4. Полная работа, затраченная на привод компрессора.
5. Многоступенчатое сжатие.
6. Изображение в PV и TS диаграммах циклов компрессоров.
7. Необратимое сжатие.
8. Относительный внутренний КПД компрессора.
9. Расчет потерь энергии и эксергетический КПД компрессора.
10. Классификация холодильных установок.
11. Рабочие тела.
12. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность.
13. Цикл воздушной холодильной установки.
14. Циклы паровых компрессорных холодильных установок.
15. Понятие об абсорбционных и парозежекторных холодильных установках.
16. Получение сжиженных газов.

17. Общие принципы и способы достижения сверхнизких температур.
18. Термотрансформаторы.
19. Сущность термотрансформации, коэффициент преобразования теплоты.
20. Циклы понижающего и повышающего термотрансформатора.
21. Циклы совместного получения теплоты и холода.

### 5. Оценочные материалы по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине представлены в виде фонда оценочных средств.

### 6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 6.1 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц, режим доступа
1	Теплотехника. Практический курс : учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова, М.В. Андреева. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2575-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/96253">https://e.lanbook.com/book/96253</a> (дата обращения: 30.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Круглов, Г.А. Теплотехника : учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1017-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/3900">https://e.lanbook.com/book/3900</a> (дата обращения: 30.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### 6.2 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины \*

Электронные учебные издания в электронно-библиотечных системах (ЭБС)\*\*:

№ п/п	Автор, название, место издания, год издания, количество страниц	Ссылка на учебное издание в ЭБС
Основная:		
1	Теплотехника. Практический курс : учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова, М.В. Андреева. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2575-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/96253">https://e.lanbook.com/book/96253</a> (дата обращения: 05.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Круглов, Г.А. Теплотехника : учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1017-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. —	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/3900">https://e.lanbook.com/book/3900</a> (дата обращения: 05.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
Дополнительная		

1	1. Логинов, В.С. Практикум по основам теплотехники : учебное пособие / В.С. Логинов, В.Е. Юхнов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-8114-3377-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт].	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/112679">https://e.lanbook.com/book/112679</a> (дата обращения: 05.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	2. Замалеев, З.Х. Основы гидравлики и теплотехники : учебное пособие / З.Х. Замалеев, В.Н. Посохин, В.М. Чефанов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1531-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт].	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/100922">https://e.lanbook.com/book/100922</a> (дата обращения: 05.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	3. Дзюзер, В.Я. Теплотехника и тепловая работа печей : учебное пособие / В.Я. Дзюзер. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1949-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт].	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/93750">https://e.lanbook.com/book/93750</a> (дата обращения: 05.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

*\*\* указываются ЭБС, с которыми заключены библиотекой академии договора или свободно распространяемые библиотечные системы*

### **6.3 Перечень электронных образовательных ресурсов \***

№ п/п	Электронный образовательный ресурс	Доступ в ЭОР (сеть Интернет, локальная сеть, авторизованный/свободный доступ)
1	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]	<a href="http://nlr.ru/lawcenter_rnb">http://nlr.ru/lawcenter_rnb</a>
2	Рос Кодекс. Кодексы и Законы РФ [Электронный ресурс]	<a href="http://www.roskodeks.ru/">http://www.roskodeks.ru/</a>
3	Всероссийская гражданская сеть	<a href="http://www.vestnikcivitas.ru/">http://www.vestnikcivitas.ru/</a>

*отобразить имеющиеся ЭОРы для своей дисциплины, разобраться с вопросом доступа,*

### **6.4 Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и лицензионное программное обеспечение**

**Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, цифровые электронные библиотеки и другие электронные образовательные ресурсы**

1. Договор о подключении к Национальной электронной библиотеке и предоставлении доступа к объектам Национальной электронной библиотеки №101/НЭБ/0502-п от 26.02.2020 5 лет с пролонгацией

2. Соглашение о бесплатном тестовом доступе к Polpred.com. Обзор СМИ 27.04.2016 бессрочно

3. Соглашение о бесплатном тестовом доступе к Polpred.com. Обзор СМИ 02.03.2020 бессрочно

4. Информационно-справочная система «Гарант» – URL: <https://www.garant.ru/>  
Информационно-справочная система Лицензионный договор № 261709/ОП-2 от 25.06.2021

5. «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/> свободный доступ

6. Электронно-библиотечная система AgriLib <http://ebs.rgazu.ru/> (свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620472 от 21.03.2014).

**Доступ к электронной информационно-образовательной среде, информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Система дистанционного обучения Moodle [www.portfolio.rgazu.ru](http://www.portfolio.rgazu.ru) (свободно распространяемое)
2. Право использования программ для ЭВМ Mirapolis HCM в составе функциональных блоков и модулей: Виртуальная комната. Стандартная лицензия до 1000 пользователей на 1 месяц (Лицензионный договор № 77/03/22 – К от 25 апреля 2022)
3. Инновационная система тестирования – программное обеспечение на платформе 1С (Договор № К/06/03 от 13.06.2017)
4. Образовательный интернет – портал Российского государственного аграрного заочного университета (свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-51402 от 19.10.2012).

**Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

1. OpenOffice – свободный пакет офисных приложений (свободно распространяемое)
2. linuxmint.com <https://linuxmint.com/> (свободно распространяемое)
3. Электронно-библиотечная система AgriLib <http://ebs.rgazu.ru/> (свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620472 от 21.03.2014)
4. Официальная страница ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет» <https://vk.com/rgazuru> (свободно распространяемое)
5. Портал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный заочный университет» (свободно распространяемое) <https://zen.yandex.ru/id/5fd0b44cc8ed19418871dc31>
6. Антивирусное программное обеспечение Dr. WEB Desktop Security Suite (Сублицензионный договор №13740 на передачу неисключительных прав на программы для ЭВМ от 01.07.2021).

**6.5 Перечень учебных аудиторий, оборудования и технических средств обучения\*\***

Предназначение помещения (аудитории)	Наименование корпуса, № помещения (аудитории)	Перечень оборудования (в т.ч. виртуальные аналоги) и технических средств обучения*
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Учебно-лабораторный корпус. Каб. 205 № ТИ 214	Специализированная мебель, доска меловая, проектор, экран настенный.
Учебная аудитория для занятий лекционного типа, семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), для проведения групповых консультаций и индивидуальной работы обучающихся с педагогическими работниками, для проведения текущего	Учебно-лабораторный корпус. Каб. 104. № ТИ 113	Стенл демонстр.: сошник DMC P, сошник Rotec, высевальной аппарат зерновой сеялки Amazone D9 FD3, рабочие органы Amazone Centaur, фреза вертикальная Amazone, разбрасыватель минеральных удобрений Amazone ZA-M, стенд для проверки форсунок опрыскивателя.

контроля и промежуточной аттестации		
Помещение для самостоятельной работы	Учебно-лабораторный корпус. Каб. 320. № ТИ 313	Специализированная мебель, персональные компьютеры в сборке с выходом в интернет

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный аграрный заочный университет»**

**Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной  
аттестации обучающихся по дисциплине Теплотехника**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы Электроснабжение сельских территорий

Квалификация бакалавр

Форма обучения **очная**

Балашиха 2022 г.

### 1. Описание показателей и критериев оценивания планируемых результатов обучения по учебной дисциплине

Компетенций	Индикатор сформированности компетенций	Уровень освоения*	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства
<p>ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p>	<p><b>Знать (З):</b> современные технологии решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; теплофизические свойства газов и пара; анализ термодинамических процессов и циклов тепловых машин; методы расчета идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания (ДВС); основы расчета газотурбинных и паротурбинных установок, компрессоров и холодильных машин; основные законы термодинамики газовых потоков; основные соотношения для расчета процессов передачи тепла; методики теплового расчета теплообменных аппаратов.</p>	<p><b>Пороговый (удовлетворительно)</b></p>	<p><b>знать:</b> современные технологии решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; теплофизические свойства газов и пара; анализ термодинамических процессов и циклов тепловых машин; методы расчета идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания (ДВС); основы расчета газотурбинных и паротурбинных установок, компрессоров и холодильных машин; основные законы термодинамики газовых потоков; основные соотношения для расчета процессов передачи тепла; методики теплового расчета теплообменных аппаратов.</p> <p>-</p> <p><b>уметь:</b> применять современные технологии решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; основных теплофизических свойств газов и пара; анализа термодинамических процессов и циклов тепловых машин; методов расчета идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания (ДВС); основ расчета газотурбинных и паротурбинных установок, компрессоров и холодильных</p>	

	<p><b>Уметь (У):</b> применять современные технологии решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; основных теплофизических свойств газов и пара; анализа термодинамических процессов и циклов тепловых машин; методов расчета идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания (ДВС); основ расчета газотурбинных и паротурбинных установок, компрессоров и холодильных машин; основных законов термодинамики газовых потоков; основных соотношений для расчета процессов передачи тепла; методики теплового расчета теплообменных аппаратов.</p> <p><b>Владеть (В):</b> способами применения современных технологий решения</p>		<p>машин; основных законов термодинамики газовых потоков; основных соотношений для расчета процессов передачи тепла; методики теплового расчета теплообменных аппаратов.</p> <p><b>Владеть:</b> способами применения современных технологий решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; основных теплофизических свойств газов и пара;</p>	
--	---	--	---	--



	<p>инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; основных теплофизических свойств газов и пара;</p>			
	<p><b>Знать (З):</b> современные технологии решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; теплофизические свойства газов и пара; анализ термодинамических процессов и циклов тепловых машин; методы расчета идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания (ДВС); основы расчета газотурбинных и паротурбинных установок, компрессоров и холодильных машин; основные законы термодинамики газовых потоков; основные соотношения для расчета процессов передачи тепла;</p>	<p><b>Продвинутый (хорошо)</b></p>	<p><b>Знает твердо:</b> современные технологии решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; теплофизические свойства газов и пара; анализ термодинамических процессов и циклов тепловых машин; методы расчета идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания (ДВС); основы расчета газотурбинных и паротурбинных установок, компрессоров и холодильных машин; основные законы термодинамики газовых потоков; основные соотношения для расчета процессов передачи тепла; методики теплового расчета теплообменных аппаратов.</p> <p>-</p> <p><b>Умеет уверенно:</b> применять современные технологии решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; основных теплофизических свойств газов и пара; анализа термодинамических процессов и</p>	

	<p>методики теплового расчета теплообменных аппаратов.</p> <p><b>Уметь (У):</b> применять современные технологии решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием:</p> <p>основных законов теплотехники;</p> <p>основных теплофизических свойств газов и пара;</p> <p>анализа термодинамических процессов и циклов тепловых машин;</p> <p>методов расчета идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания (ДВС);</p> <p>основ расчета газотурбинных и паротурбинных установок, компрессоров и холодильных машин;</p> <p>основных законов термодинамики газовых потоков;</p> <p>основных соотношений для расчета процессов передачи тепла;</p> <p>методики теплового расчета теплообменных аппаратов.</p> <p><b>Владеть (В):</b> способами</p>		<p>циклов тепловых машин;</p> <p>методов расчета идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания (ДВС);</p> <p>основ расчета газотурбинных и паротурбинных установок, компрессоров и холодильных машин;</p> <p>основных законов термодинамики газовых потоков;</p> <p>основных соотношений для расчета процессов передачи тепла;</p> <p>методики теплового расчета теплообменных аппаратов.</p> <p><b>Владеет уверенно:</b> способами применения современных технологий решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием:</p> <p>основных законов теплотехники;</p> <p>основных теплофизических свойств газов и пара;</p>	
--	--	--	--	--

	<p>применения современных технологий решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; основных теплофизических свойств газов и пара;</p>			
	<p><b>Знать (З):</b> современные технологии решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; теплофизические свойства газов и пара; анализ термодинамических процессов и циклов тепловых машин; методы расчета идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания (ДВС); основы расчета газотурбинных и паротурбинных установок, компрессоров и холодильных машин; основные законы термодинамики газовых потоков; основные соотношения для</p>	<p><b>Высокий (отлично)</b></p>	<p><b>Имеет сформировавшееся систематические знания:</b> современные технологии решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; теплофизические свойства газов и пара; анализ термодинамических процессов и циклов тепловых машин; методы расчета идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания (ДВС); основы расчета газотурбинных и паротурбинных установок, компрессоров и холодильных машин; основные законы термодинамики газовых потоков; основные соотношения для расчета процессов передачи тепла; методики теплового расчета теплообменных аппаратов.</p> <p>-</p> <p><b>Имеет сформировавшееся систематическое умение:</b> применять современные технологии решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием:</p>	

	<p>расчета процессов передачи тепла; методики теплового расчета теплообменных аппаратов. <b>Уметь (У):</b> применять современные технологии решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; основных теплофизических свойств газов и пара; анализа термодинамических процессов и циклов тепловых машин; методов расчета идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания (ДВС); основ расчета газотурбинных и паротурбинных установок, компрессоров и холодильных машин; основных законов термодинамики газовых потоков; основных соотношений для расчета процессов передачи тепла; методики теплового расчета теплообменных</p>		<p>основных законов теплотехники; основных теплофизических свойств газов и пара; анализа термодинамических процессов и циклов тепловых машин; методов расчета идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания (ДВС); основ расчета газотурбинных и паротурбинных установок, компрессоров и холодильных машин; основных законов термодинамики газовых потоков; основных соотношений для расчета процессов передачи тепла; методики теплового расчета теплообменных аппаратов.</p> <p><b>Показал сформировавшееся систематическое владение:</b> способами применения современных технологий решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; основных теплофизических свойств газов и пара;</p>	
--	---	--	--	--

	аппаратов. <b>Владеть (В):</b> способами применения современных технологий решения инженерных задач сельскохозяйственного производства с использованием: основных законов теплотехники; основных теплофизических свойств газов и пара;			
--	---	--	--	--

\* зачтено выставляется при уровне освоения компетенции не ниже порогового

## 2. Описание шкал оценивания

### 2.1 Шкала оценивания на этапе текущего контроля

Форма текущего контроля	Отсутствие усвоения (ниже порогового)*	Пороговый (удовлетворительно)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
Выполнение расчетно-графической работы	не выполнена или все задания решены неправильно	Решено более 50% задания, но менее 70%	Решено более 70% задания, но есть ошибки	все задания решены без ошибок

### 2.2 Шкала оценивания на этапе промежуточной аттестации (зачет и экзамен, курсовая работа)

Форма промежуточной аттестации	Отсутствие усвоения (ниже порогового)	Пороговый (удовлетворительно)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
Выполнение итоговых тестов (не менее 15 вопросов на вариант)	Менее 51%	51-79%	80-90%	91% и более

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

**Вопросы для собеседования по дисциплине:**

1. Предмет теплотехники, роль теплотехники в научно-техническом прогрессе, развитии новой техники и технологий.
2. Значение теплотехники в сельском хозяйстве.
3. Основные положения Энергетической программы РФ.
4. Проблема экономии топливно-энергетических ресурсов, снижение норм расхода теплоты и топлива, использование вторичных энергоресурсов, защита окружающей среды.
5. Использование возобновляемых источников энергии. Основные задачи курса.
6. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел.
7. Политропные процессы.
8. Основные характеристики политропных процессов.
9. Изображение в координатах  $p-v$  и  $T-s$ .
10. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный - частные случаи политропного процесса.
11. Термодинамические процессы в реальных газах и парах.

**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Раздел 1. Термодинамика.**

Студенту предлагаются варианты контрольных работ, включающие пять заданий. Номер варианта контрольной работы определяется преподавателем. Тематика контрольных работ сформирована по принципу сочетания тем дисциплины. Написанию контрольной работы должно предшествовать изучение лекционного материала, решение заданий на практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Для успешного выполнения контрольной работы необходимо ознакомиться с литературой, список которой дан в разделе 6 рабочей программы «Перечень основной и дополнительной литературы».

Для выполнения контрольной работы отводится 2 академических часа.

**Задание 1.1**

В баллоне емкостью  $V_1$  находится воздух с параметрами  $p_1$  и  $t_1$ , параметры взять из таблицы. Давление окружающей среды 750 мм рт. ст.

Определить работу расширения и полезную работу, которая может быть произведена содержащимся в баллоне воздухом при расширении его до давления окружающей среды по изотерме и по адиабате. Определить также минимальную температуру, которую будет иметь воздух в баллоне, если открыть вентиль и выпускать воздух из баллона до тех пор, пока давление в нем не станет равным давлению окружающей среды. Теплообменом воздуха с окружающей средой пренебречь. Построить графики процессов в  $p-v$  координатах и показать работу процесса.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_1, \text{м}^3$	1	5	2	6	1,2	14	0,5	0,6	3	0,9
$p_1, \text{бар}$	50	32	67	42	87	55	92	21	10	77
$t_1, \text{°C}$	21	25	23	31	26	22	29	18	15	19
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$V_1, \text{л}$	100	150	200	350	210	180	230	560	300	420
$p_1, \text{МПа}$	3	6,4	2,7	11	1,2	0,9	2	0,7	1,1	3,2
$t_1, \text{°C}$	21	25	23	31	26	22	29	18	15	19
№ варианта	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$V_1, \text{см}^3$	$1 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^5$	$0,9 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^5$	$4,1 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^5$	$2,5 \cdot 10^6$	$7,2 \cdot 10^5$	$9,4 \cdot 10^5$	$8,4 \cdot 10^5$
$p_1, \text{Па}$	$1,5 \cdot 10^6$	$6,2 \cdot 10^6$	$4,6 \cdot 10^6$	$3,3 \cdot 10^6$	$8,7 \cdot 10^6$	$5,0 \cdot 10^6$	$2,9 \cdot 10^6$	$3,1 \cdot 10^6$	$7,8 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^6$
$t_1, \text{°C}$	21	25	23	31	26	22	29	18	15	19
№ варианта	31									
$V_1, \text{м}^3$	0,3									
$p_1, \text{Па}$	$6,8 \cdot 10^6$									
$t_1, \text{°C}$	21									

### Задание 1.2.

Рассчитать соотношения изменения внутренней энергии, теплоты и работы в политропных процессах расширения, показатели политропы  $m$  взять из таблицы 1.2. ( $k$  принять равным 1,4).

Таблица 1.2.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$m_1$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1,5
$m_2$	1,1	1,2	1,3	1,23	1,34	1,21	1,35	1,11	1,19	1,35	0,9
№ варианта	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
$m_1$	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
$m_2$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1,5
№ варианта	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
$m_1$	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5		
$m_2$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1,5	2		

### Задание 1.3.

Сосуд разделен перегородкой на две части, объемы которых  $V_1 = 1,5 \text{ м}^3$  и  $V_2 = 1,0 \text{ м}^3$ . В части объемом  $V_1$  содержится газ 1 при  $p_1 = 0,5 \text{ МПа}$  и  $t_1 = 30,0 \text{ °C}$ , а в части объемом  $V_2$  содержится газ 2 при  $p_2 = 0,2 \text{ МПа}$  и  $t_1 = 60,0 \text{ °C}$ . Типы газов см. таблицу.

Определить массовые и объемные доли каждого газа, кажущуюся молекулярную массу смеси и ее газовую постоянную после того, как перегородка будет убрана и процесс смешения закончится.

Химической реакцией пренебречь.

Таблица 1.3.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
газ 1	O <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CS <sub>2</sub>	Ar	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> S	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
газ 2	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	SO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Ar	Cl <sub>2</sub>	CO
№ варианта	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
газ 1	H <sub>2</sub>	CS <sub>2</sub>	CS <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	CS <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
газ 2	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>
№ варианта	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
газ 1	CO	Ar	CO	N <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	N <sub>2</sub>	CO	CS <sub>2</sub>		
газ 2	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CS <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	Cl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	Ar		

#### Задание 1.4.

В баллоне емкостью  $V_1$  находится воздух с параметрами  $p_1$  и  $t_1$ , значения которых взять из таблицы. Давление окружающей среды 750 мм рт. ст.

Определить работу расширения и полезную работу, которая может быть произведена содержащимся в баллоне воздухом при расширении его до давления окружающей среды по изотерме и по адиабате. Определить также минимальную температуру, которую будет иметь воздух в баллоне, если открыть вентиль и выпускать воздух из баллона до тех пор, пока давление в нем не станет равным давлению окружающей среды. Теплообменом воздуха с окружающей средой пренебречь. Построить графики процессов в  $p$ - $v$  координатах и показать работу процесса.

№ вариант а	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_1, \text{м}^3$	1	5	2	6	1,2	14	0,5	0,6	3	0,9
$p_1, \text{бар}$	50	32	67	42	87	55	92	21	10	77
$t_1, \text{°C}$	21	25	23	31	26	22	29	18	15	19
№ вариант а	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$V_1, \text{л}$	100	150	200	350	210	180	230	560	300	420
$p_1, \text{МПа}$	3	6,4	2,7	11	1,2	0,9	2	0,7	1,1	3,2
$t_1, \text{°C}$	21	25	23	31	26	22	29	18	15	19
№ вариант а	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$V_1, \text{см}^3$	$1 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^5$	$0,9 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^5$	$4,1 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^5$	$2,5 \cdot 10^6$	$7,2 \cdot 10^5$	$9,4 \cdot 10^5$	$8,4 \cdot 10^5$
$p_1, \text{Па}$	$1,5 \cdot 10^6$	$6,2 \cdot 10^6$	$4,6 \cdot 10^6$	$3,3 \cdot 10^6$	$8,7 \cdot 10^6$	$5,0 \cdot 10^6$	$2,9 \cdot 10^6$	$3,1 \cdot 10^6$	$7,8 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^6$
$t_1, \text{°C}$	21	25	23	31	26	22	29	18	15	19
№ вариант а	31									
$V_1, \text{м}^3$	0,3									
$p_1, \text{Па}$	$6,8 \cdot 10^6$									
$t_1, \text{°C}$	21									



### Задание 1.5

Сосуд разделен перегородкой на две части, объемы которых  $V_1 = 1,5 \text{ м}^3$  и  $V_2 = 1,0 \text{ м}^3$ . В части объемом  $V_1$  содержится газ 1 при  $p_1 = 0,5 \text{ МПа}$  и  $t_1 = 30,0^\circ\text{C}$ , а в части объемом  $V_2$  содержится газ 2 при  $p_2 = 0,2 \text{ МПа}$  и  $t_2 = 60,0^\circ\text{C}$ . Типы газов см. таблицу 1.3.

Определить массовые и объемные доли каждого газа, кажущуюся молекулярную массу смеси и ее газовую постоянную после того, как перегородка будет убрана и процесс смешения закончится. Химической реакцией пренебречь.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
газ 1	O <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CS <sub>2</sub>	Ar	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> S	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
газ 2	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	SO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Ar	Cl <sub>2</sub>	CO
№ варианта	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
газ 1	H <sub>2</sub>	CS <sub>2</sub>	CS <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	CS <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
газ 2	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>
№ варианта	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
газ 1	CO	Ar	CO	N <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	N <sub>2</sub>	CO	CS <sub>2</sub>		
газ 2	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CS <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	Cl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	Ar		

## Раздел 2. Тепломассообмен

Студенту предлагаются варианты контрольных работ, включающие два задания. Номер варианта контрольной работы определяется преподавателем. Тематика контрольных работ сформирована по принципу сочетания тем дисциплины. Написанию контрольной работы должно предшествовать изучение лекционного материала, решение заданий на практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Для успешного выполнения контрольной работы необходимо ознакомиться с литературой, список которой дан в разделе 6 рабочей программы «Перечень основной и дополнительной литературы».

Для выполнения контрольной работы отводится 2 академических часа.

### Задание 2.1.

Определить количество переданного тепла через  $1 \text{ м}^2$  стенки толщиной  $\delta = 10 \text{ мм}$ . Коэффициент теплопроводности материала  $\lambda$ . Одна из стенок оребрена ( $F_1$  – площадь поверхности горячей стенки,  $F_2$  – площадь поверхности холодной стенки). Коэффициент теплопроводности, и площади взять из таблицы 4.1. Коэффициенты теплоотдачи для горячей стенки  $\alpha_1 = 200 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$ , для холодной стенки  $\alpha_2 = 150 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$ . Температуры  $t_{f1} = 75 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_{f2} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить количество переданного тепла при отсутствии оребрения.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$F_1, \text{ м}^2$	10	10	10	12	9	15	15	11	17	9	14
$F_2, \text{ м}^2$	21	12	14	9	13	10	19	14	20	7	17
$\lambda, \text{ кДж/м} \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$	25	52	82	31	40	60	32	44	68	56	66
№	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

варианта											
$F_1, \text{м}^2$	13	12	14	19	19	12	21	14	15	20	7
$F_2, \text{м}^2$	9	15	11	22	15	16	18	18	13	17	9
$\lambda,$ кДж/м <sup>2</sup> ·ч <sup>0</sup> С	30	70	48	34	54	80	76	62	38	36	58
№ варианта	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
$F_1, \text{м}^2$	19	9	17	12	22	9	16	14	18		
$F_2, \text{м}^2$	15	11	14	15	19	12	13	10	14		
$\lambda,$ кДж/м <sup>2</sup> ·ч <sup>0</sup> С	42	78	74	64	50	72	46	27	29		

### Задание 2.3.

Пар расширяется по адиабате от начального состояния  $p_1, t_1$  до давления  $p_2$ . Найти энтальпию и удельный объем в начальном и конечном состояниях и работу пара.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$p_1, \text{бар}$	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$t_1, ^\circ\text{C}$	200	220	220	240	240	250	250	260	270	280	300
$p_2$ мм.рт.ст.	70	80	90	100	120	150	70	80	90	100	120
№ варианта	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
$p_1, \text{бар}$	20	25	30	40	45	50	55	60	65	70	75
$t_1, ^\circ\text{C}$	350	350	420	430	450	450	460	460	470	480	500
$p_2$ мм.рт.ст.	400	350	450	500	400	450	500	550	600	650	600
№ варианта	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
$p_1, \text{бар}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
$t_1, ^\circ\text{C}$	300	300	310	310	320	320	340	380	400		
$p_2$ мм.рт.ст.	10	20	30	40	50	60	70	80	90		

## Раздел 3. Термодинамические циклы и тепловые машины

### Варианты заданий для индивидуальной расчетной работы

Рассчитать термодинамический цикл поршневого ДВС, показанный на рис. 3.1, с заданными значениями  $p_1, v_1, T_1$ , состав рабочего тела и параметры цикла взять из табл. 3.1.

Произвести расчет молярной массы, газовой постоянной и теплоемкостей рабочего тела с учетом изменения температуры процессов.

Рассчитать параметры рабочего тела  $p, v, T$  во всех характерных точках цикла и полученные данные свести в таблицу.

Рассчитать значение теплоты  $q$ , работы  $l$ , изменения внутренней энергии  $\Delta u$ , энтальпии  $\Delta h$ , энтропии  $\Delta s$  для всех процессов цикла и полученные данные свести в таблицу.

Рассчитать термический КПД  $\eta_T$  и среднее теоретическое давление цикла  $p_T$ .

Определить термический КПД цикла Карно в том же интервале температур, что и

заданный цикл.

Построить в масштабе по результатам вычислений цикл в  $p-v$  и  $T-s$  координатах.

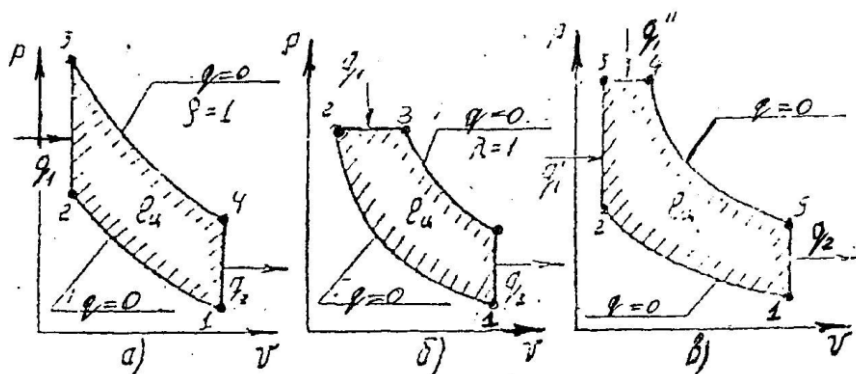


Рис. 3.1 Варианты термодинамических циклов поршневых ДВС

Параметры, характеризующие цикл

	Символ	Размерность
Степень сжатия	$\epsilon$	
Показатель политропы сжатия	$n_1$	
Степень повышения давления	$\lambda$	
Степень изобарного (предварительного) расширения	$\rho$	
Степень последующего расширения	$\epsilon/\rho$	
Показатель политропы расширения	$n_2$	
Подводимая теплота	$q_1$	кДж/кг
Отводимая теплота	$q_2$	--/--
Работа цикла	$l_{ц}$	--/--
Среднее давление цикла	$p_t$	бар
Термический КПД цикла	$\eta_t$	

Таблица 3.1

№ задания	$p_1$ , бар	$T_1$ , К	$v_1$ , м <sup>3</sup> /кг	Рабочее тело, %		Вариант цикла по рис. 3.1	$\epsilon$	$\lambda$	$\rho$
				Воздух $\tau_{в}$	Продукты сгорания $\tau_{г}$				
1.	1,0	300	-	80	20	А	8	2,5	-
2.	1,0	310		70	30	Б	15	-	1,6
3.	1,0	330		100		В	18	1,6	1,2
4.	1,1	273	-	90	10	Б	15	-	1,6
5.	1,1	293		100		В	25	1,6	1,2
6.	1,1	310		100		А	9	2,0	-
7.	1,0	-	0,8	50	50	В	18	1,6	1,2
8.	1,0	-	0,8	60	40	А	9	2,5	-
9.	1,0	-	0,8	70	30	Б	12	-	1,8
10.	0,9	-	1,0	80	20	А	9	1,9	-
11.	0,9	-	1,0	90	10	Б	14	-	1,65
12.	0,9	-	1,0	20	80	В	19	1,7	1,15
13.	-	350	0,8	30	70	Б	12	-	1,8
14.	-	350	0,8	40	60	В	19	1,7	1,15
15.	-	350	0,8	100		А	10	2,2	-
16.	-	330	0,85	100		В	22	1,7	1,15

17.	-	330	0,85	50	50	А	8	2,8	-
18.	-	330	0,85	60	40	Б	19	-	1,65
19.	1,1	350	-	70	30	А	8	3,2	-
20.	1,1	350	-	80	20	Б	22	-	1,6
21.	1,1	350	-	90	10	В	18	1,6	1,2
22.	1,1	-	0,75	20	80	Б	14	-	1,65
23.	1,1	-	0,75	30	70	А	9	2,4	-
24.	1,1	-	0,75	40	60	В	18	1,6	1,2
25.	0,85	290	-	100		В	17	1,7	1,25
26.	0,85	290	-	100		А	9	3,0	-
27.	0,85	290	-	50	50	Б	18	-	1,8
28.	0,8	300	-	60	40	А	10	3,2	-
29.	0,8	300	-	70	30	Б	12	-	1,8
30.	0,8	300	-	80	20	В	19	1,7	1,15
31.	-	280	0,8	90	10	Б	19	-	1,7
32.	-	280	0,8	20	80	А	10	2,2	-
33.	-	280	0,8	30	70	В	19	1,7	1,15
34.	-	310	0,75	40	60	В	21	1,7	1,15
35.	-	310	0,75	100		А	8	1,8	-
36.	-	310	0,75	100		Б	18	-	1,65

В качестве продуктов сгорания использовать для вариантов: 1- 18 – бензин АИ-93 ( $\mu = 28,79$ ) кг/кмоль; 19-36 – использовать дизельное топливо ( $\mu = 29,1$  кг/кмоль).

### КОМПЛЕКТ ТЕСТОВ для промежуточной аттестации (зачет) по дисциплине

Зачет проводится в виде итогового теста. Для выполнения теста отводится 30 минут.

#### Примерные задания итогового теста

1. Из трех уравнений состояния идеального газа выберите уравнение состояния 1 моля идеального газа:

- 1)  $pV = RT$ ;
- 2)  $pV_{\mu} = 8314T$ ;
- 3)  $pV = mRT$ .

2. Выберите значение показателя политропы для следующих процессов:

- 1) Изотермический процесс                      а)  $n = \pm\infty$ ;
- 2) Изобарный процесс                              б)  $n = 1$ ;
- 3) Изохорный процесс                              в)  $n = k$ ;
- 4) Адиабатный процесс                              г)  $n = 0$ .

3. Выберите уравнение первого закона термодинамики для следующих процессов:

- 1) Изотермический процесс                      а)  $q = \Delta u + l$ ;
- 2) Изобарный процесс                              б)  $\Delta u + l = 0$ ;
- 3) Изохорный процесс                              в)  $q = l$ ;
- 4) Адиабатный процесс                              г)  $q = \Delta u$ .

4. Из четырех формулировок выберите одну, не относящуюся к формулировке второго закона термодинамики:

- 1) невозможно построить непрерывно действующую тепловую машину.
- 2) невозможно построить вечный тепловой двигатель 1 рода.
- 3)  $\eta < 1$ .

4) для того, чтобы построить периодически действующую тепловую машину, необходимо иметь два источника теплоты: горячий и холодный.

5. Уберите два неверных определения цикла тепловой машины.

Циклом тепловой машины называют:

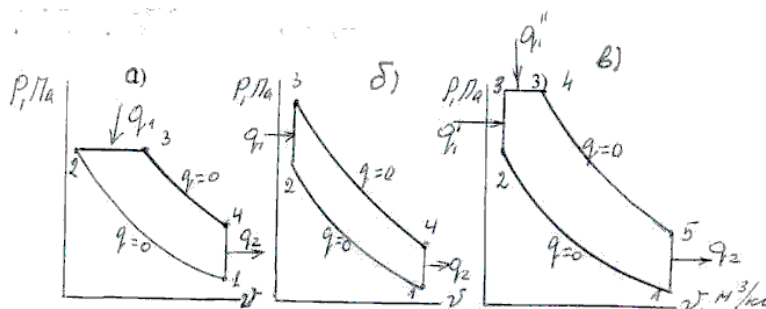
- 1) цикл, в котором процессы расширения располагаются выше процессов сжатия;
- 2) цикл, соответствующий последовательности процессов, чередующихся по часовой стрелке,
- 3) цикл, соответствующий последовательности процессов, чередующихся против часовой стрелки,
- 4) цикл, в котором процессы расширения располагаются ниже процессов сжатия.

6. Какое из двух математических выражений термодинамического коэффициента полезного действия справедливо для цикла действительного двигателя:

$$1) \eta_t = 1 - \frac{T_1}{T_2}; \quad 2) \eta_t = 1 - \frac{q_1}{q_2}.$$

7. Обозначьте каждый из трех изображенных циклов двигателя внутреннего сгорания:

- 1) цикл Отто с изохорным подводом теплоты;
- 2) цикл Дизеля с изобарным подводом теплоты;
- 3) цикл со смешанным подводом теплоты.



8. Дайте правильный ответ:

- 1) теплота парообразования больше теплоты конденсации пара при одном и том же давлении,
- 2) теплота парообразования меньше теплоты конденсации пара при одном и том же давлении,
- 3) теплота парообразования равна теплоте конденсации пара при одном и том же давлении.

9. Назовите основные элементы схемы цикла паросиловой установки:

- 1) паровой котел; 2) паровая турбина;
- 3) конденсатор, 4) насос,
- 5) компрессор; 6) электрогенератор.

10. Температурой точки росы называют

- 1) температуру влажного воздуха, при которой из воздуха будет выпадать влага,
- 2) температуру, до которой должен охладиться ненасыщенный влажный воздух, чтобы содержащийся в нем перегретый пар стал насыщенным.

11. Уберите два неверных определения цикла холодильной машины.

Циклом холодильной машины называют:

- 1) цикл, в котором процессы расширения располагаются выше процессов сжатия;
- 2) цикл, соответствующий последовательности процессов, чередующихся по часовой стрелке,
- 3) цикл, соответствующий последовательности процессов, чередующихся против часовой стрелки,
- 4) цикл, в котором процессы расширения располагаются ниже процессов сжатия.

12. Тепловым насосом называют:

- 1) холодильную машину, предназначенную для выработки тепловой энергии за счет превращения в неё электрической энергии;
- 2) холодильную машину, предназначенную для выработки тепловой энергии за счет теплоты окружающей среды (воздуха, воды в водоёмах, грунта).

13. Приведите соответствие определения трех способов теплообмена:

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1) теплопроводность   | а) процесс распространения теплоты в пространстве посредством электромагнитных волн,                            |
| 2) конвекция          | б) процесс распространения теплоты движущимися микрообъемами жидкости или газа,                                 |
| 3) тепловое излучение | в) процесс распространения теплоты за счет непосредственного соприкосновения тел или частиц тела друг с другом. |

14. Установите соответствие температурных полей:

- |                   |   |
|-------------------|---|
| 1) стационарное   | а) температурное поле во времени не изменяется; |
| 2) нестационарное | б) температурное поле во времени изменяется.    |

5. Установите соответствие:

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| 1) свободная конвекция   | а) движение теплоносителя происходит под действием внешних поверхностных сил (ветра, насоса или вентилятора); |
| 2) вынужденная конвекция | б) движение теплоносителя происходит за счет разности плотностей холодных и нагретых частиц.                  |

16. Установите соответствие критериев подобия

- |                        |  |
|------------------------|--|
| 1) критерий Рейнольдса | а) выражает теплофизические свойства теплоносителя;  |
| 2) критерий Нуссельта  | б) представляет собой отношение сил инерции к силам трения;  |
| 3) критерий Прандтля   | в) мера соотношения двух видов теплообмена – теплопроводности и теплоотдачи – на границе «стенка-теплоноситель». |

17. Установите соответствие:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1) серое тело                | а) тело, которое полностью отражает все падающие на него лучи;   |
| 2) абсолютно прозрачное тело | б) тело, которое полностью поглощает все падающие на него лучи;  |
| 3) абсолютно белое тело,     | в) тело, которое полностью пропускает сквозь себя все падающие на него лучи;                           |
| 4) абсолютно черное тело     | г) тело, которое частично отражает, частично поглощает, частично пропускает все падающие на него лучи. |

18. Какие теплообменные аппараты имеют твердую поверхность теплообмена:

- 1) рекуперативные;
- 2) регенеративные;
- 3) смешительные.

19. При конструктивном расчете теплообменного аппарата

- 1) определяют тепловую мощность аппарата и конечные температуры теплоносителей;
- 2) определяют тепловую мощность аппарата, расход горячего теплоносителя и площадь поверхности теплообмена.

20. Низшая теплота сгорания топлива определяется с учетом:

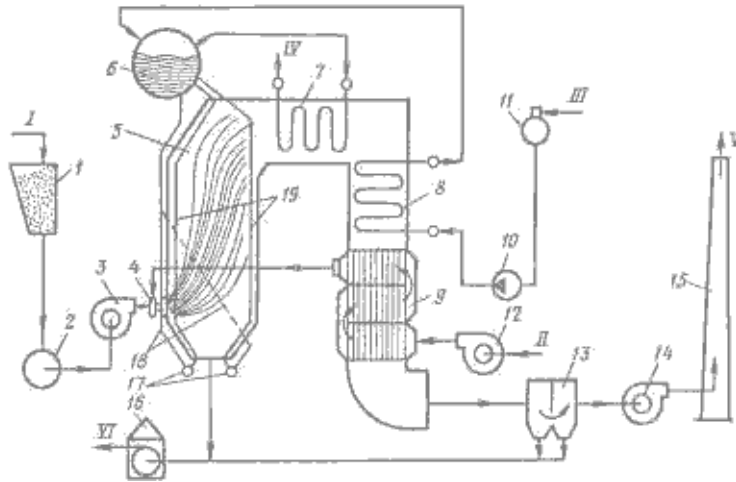
- 1) теплоты, затраченной на испарение влаги, содержащейся в топливе,
- 2) теплоты, затраченной на испарение влаги, образующейся при сгорании водорода топлива,
- 3) теплоты, затраченной на испарение влаги, содержащейся в топливе и образующейся при

сгорания водорода топлива.

21. Установите соответствие процессов горения:

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 1) гомогенное горение   | а) характеризует систему «газ-газ»;                             |
| 2) гетерогенное горение | б) характеризует систему «твердое тело-газ» или «жидкость-газ». |

22. На схеме котельной установки укажите топку, барабан котла, пароперегреватель, экономайзер и воздухоподогреватель.



23. Деаэратор предназначен

- 1) для удаления механических примесей из питательной воды;
- 2) для удаления растворенных в питательной воде коррозионно-активных газов;
- 3) для удаления из воды солей жесткости.

24. Установите соответствие

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| 1) индикаторной мощностью | а) мощность, затрачиваемая на совершение полезной работы,   |
| 2) эффективной мощностью  | б) мощность, развиваемая газами внутри цилиндров двигателя. |

25. На тепловых электростанциях в мире вырабатывается

- 1) 65% от всей производимой электроэнергии,
- 2) 80 % всей производимой электроэнергии,
- 3) 90 % всей производимой электроэнергии.

26. Установите соответствие

- |  |  |
|--|--|
| 1) конденсационная электрическая станция | а) вырабатывает электрическую энергию, горячую воду и и пар, |
| 2) теплоэлектроцетраль                   | б) вырабатывает только электрическую энергию.                |