

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Цифровая энергетика»

УТВЕРЖДАЮ:  
Ректор КГУ  
\_\_\_\_\_ /Н.В. Дубив/  
« » \_\_\_\_\_ 2025г.

## Рабочая программа учебной дисциплины

**Техническая термодинамика**  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника**

Направленность

**Энергообеспечение предприятий**

Форма обучения: заочная

**13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника**

Направленность

**Электроснабжение**

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2025

Рабочая программа дисциплины «Техническая термодинамика» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Теплоэнергетика и теплотехника, (энергообеспечение предприятий) утвержденными:

- для заочной формы обучения «27» июня 2025года.  
Электроэнергетика и электротехника, (электроснабжение) утвержденными:
- для очной формы обучения «27»июня\_2025года.
- для заочной формы обучения «27»июня\_2025года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Цифровая энергетика» «1» июля 2025 года, протокол №18.

Рабочую программу составил  
Доцент

В.А. Савельев

Согласовано:  
Заведующий кафедрой  
«Цифровая энергетика»

Ж.В. Нечехина

Специалист по учебно – методической работе  
учебно - методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник управления  
образовательной деятельности

И.В. Григоренко

## 1 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетных единиц трудоемкости (108 академических часа)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		3
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>48</b>	48
<b>в том числе:</b>		
Лекции	32	32
Лабораторные работы	16	16
Практические работы	-	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
<b>в том числе:</b>		
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем, разделов дисциплины)	33	33
Подготовка к экзамену	27	27
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		4
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	4	4
Лабораторные работы	4	4
Практические работы	-	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>в том числе:</b>		
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем, разделов дисциплины)	55	55
Контрольная работа	18	18
Подготовка к экзамену	27	27
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Техническая термодинамика» относится к обязательной части блока 1 и является обязательной для обучающегося.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при освоении следующих дисциплин:

- Математика;
- Физика;
- Химия;
- Газодинамика.

Изучение указанной дисциплины необходимо для получения знаний, умения и навыков в последующих дисциплинах профессионального цикла.

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Цель освоения учебной дисциплины «Техническая термодинамика» заключается в формировании знаний о фундаментальных законах осуществления тепловых процессов.

В задачи изучения дисциплины входят

- приобретения навыков анализа термодинамических систем;
- выработка практических навыков определения значения термодинамических характеристик рабочих тел и теплоносителей;
- получение навыков использования физико–математического аппарата для теоретического и экспериментального исследования, моделирования термодинамических процессов.

Компетенции, формируемые у учащихся в результате изучения дисциплины:

- способность демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспортирования теплоты в теплотехнических установках и системах (ОПК-4 направление 13.03.01).
- способность применять соответствующий физико–математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-3 направление 13.03.02).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать основные законы термодинамики; способы преобразования тепловой энергии в работу, технологии, машины, аппараты и устройства, осуществляющие эти преобразования (ОПК-4 направление 13.03.01), (ОПК-3 направление 13.03.02).
- Уметь использовать основные методы анализа, теоретического и экспериментального исследования термодинамических процессов и циклов тепловых машин (ОПК-4 направление 13.03.01), (ОПК-3 направление 13.03.02).

- Владеть методиками проведения и обработки результатов теоретического и экспериментальных исследований; навыками использования источников информации для планирования, анализа и моделирования исследований технической термодинамики (ОПК-4 направление 13.03.01), (ОПК-3 направление 13.03.02).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Техническая термодинамика», оцениваются при помощи оценочных средств

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Техническая термодинамика», индикаторы достижения компетенций (ОПК-4 направление 13.03.01), (ОПК-3 направление 13.03.02), перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1	ИД-1 <sub>опк-4, опк-3</sub>	Знать основные законы термодинамики; способы преобразования тепловой энергии в работу, технологии, машины, аппараты и устройства, осуществляющие эти преобразования	З (ИД-1 <sub>опк-4, опк-3</sub> )	Знать основные законы термодинамики; способы преобразования тепловой энергии в работу, технологии, машины, аппараты и устройства, осуществляющие эти преобразования	Вопросы для сдачи экзамена
2	ИД-2 <sub>опк-4, опк-3</sub>	Уметь использовать основные методы анализа, теоретического и экспериментального исследования термодинамических процессов и циклов тепловых машин	У(ИД-2 <sub>опк-4, опк-3</sub> )	Уметь использовать основные методы анализа, теоретического и экспериментального исследования термодинамических процессов и циклов тепловых машин	Вопросы для сдачи экзамена
3	ИД-3 <sub>опк-4, опк-3</sub>	Владеть методиками проведения и обработки результатов теоретического и экспериментальных исследований; навыками использования источников информации для планирования, анализа и моделирования исследо-	В (ИД-3 <sub>опк-4 опк-3,)</sub>	Владеть методиками проведения и обработки результатов теоретического и экспериментальных исследований; навыками использования источников информации для планирования, анализа и моделирования исследований технической термодинамики	Вопросы для сдачи экзамена

		ваний техниче- ской термодина- мики			
--	--	---	--	--	--

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Очная форма обучения

#### 4.1 Учебно-тематический план

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем					
		Лекции		Практич. занятия		Лабора- торные работы	
		О	З	О	З	О	З
		семестр		семестр		семестр	
		3	4	3	4	3	4
1	Основные понятия и законы. Газовые смеси.	4		-	-	-	-
2	Первое начало термодинамики.	2	2	-	-	2	-
3	Термодинамические процессы.	4	-	-	-	6	4
4	Второе начало термодинамики.	4	2	-	-	-	-
5	Вода и водяной пар. Термоди- намика газовых потоков. Влаж- ный воздух.	4	-	-	-	-	-
6	Работа компрессоров.	2	-	-	-	4	-
7	Циклы работы паротурбинных установок.	4	-	-	-	-	-
8	Циклы, газотурбинных устано- вок.	2	-	-	-	-	-
9	Циклы двигателей внутреннего сгорания.	4	-	-	-	-	-
10	Циклы работы холодильных машин и тепловых насосов	2	-	-	-	4	-
Итого :		32	4	-	-	16	4

#### 4.2. Содержание лекционных занятий.

##### 1. Основные понятия и законы. Газовые смеси.

Термодинамическая система, её параметры, рабочее тело, термодинамический процесс Уравнение газового состояния. Массовые, объёмные и молярные концентрации газовых смесей. Расчеты газовых смесей.

##### 2. Первое начало термодинамики.

Теплота и работа, внутренняя энергия термодинамической системы. Теплоёмкость.

##### Раздел 3. Термодинамические процессы.

Основные термодинамические процессы, их  $P-v$ ,  $T-s$  и  $h-s$  диаграммы. Понятия энтальпия, энтропия процесса.

#### **Раздел 4. Второе начало термодинамики.**

Общая схема работы тепловой машины. Цикл Карно, термический КПД цикла. Теоретические циклы тепловых машин.

#### **Раздел 5. Вода и водяной пар.**

##### **Термодинамика газовых потоков. Влажный воздух.**

Фазовые переходы водяного пара и воды.  $P-v$ ,  $T-s$  и  $h-s$  диаграммы водяного пара. Расчет процессов водяного пара с помощью таблиц и диаграмм. Дросселирование газов и паров. Сопло Лаваля. Абсолютная влажность, влагосодержание и относительная влажность воздуха.  $id$  - диаграмма Рамзина.

#### **Раздел 6. Работа компрессоров.**

Цикл и индикаторная диаграмма поршневого компрессора. Мощность и КПД компрессора. Центробежные компрессоры. Многоступенчатый компрессор.

#### **Раздел 7. Циклы работы паротурбинных установок.**

Принципиальная схема работы паросиловой установки. Цикл Ренкина. Технологические схемы паросиловых установок.

#### **Раздел 8. Циклы газотурбинных установок.**

Циклы ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении и объеме. Циклы двигателей летательных аппаратов. Изображение циклов ГТУ на  $P-v$  и  $T-s$  диаграммах.

#### **Раздел 9. Циклы двигателей внутреннего сгорания.**

Циклы ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме и давлении, смешанный цикл. Показатели работы степень сжатия  $\varepsilon$ , степень повышения давления  $\lambda$ , степень предварительного расширения  $\rho$ . Термические КПД циклов

#### **Раздел 10. Циклы работы холодильных машин и тепловых насосов.**

Компрессионные и абсорбционные холодильные машины. Тепловые насосы.

### **4.4. Лабораторные занятия**

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.	
			0	3
			семестр	
			3	4
2.	Первое начало термодинамики.	Определение изобарной теплоемкости воздуха.	2	-
3.	Термодинамические процессы.	Определение показателя адиабаты воздуха.	4	4
РК	Рубежный контроль № 1		2	-

6	Работа компрессоров	Определение параметров работы компрессора.	4	-
10	Циклы работы холодильных машин и тепловых насосов.	Расчет холодильного коэффициента.	2	-
РК	Рубежный контроль № 2		2	-
<b>Всего:</b>			<b>16</b>	<b>4</b>

#### **4.5 Контрольная работа (для заочной формы обучения)**

Контрольная работа выполняется в соответствии с методическими указаниями к выполнению самостоятельной работы по курсу «Техническая термодинамика» для обучающихся специальностей 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника и 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

### **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным занятиям, подготовку к рубежному контролю, экзамену.

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей лабораторной работы.

Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы, приветствуется групповой метод выполнения лабораторных работ и защиты отчетов по лабораторным работам.

Для текущего контроля успеваемости преподавателем используется балльно – рейтинговая система контроля и оценки академической успеваемости (очная форма обучения). Настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на лабораторных работах, при проведении исследований и решении практических задач в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки на контрольных испытаниях.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, к рубежным контролям (для обучающихся очной формы обучения), выполнение контрольной (самостоятельной) работы для обучающихся заочной формы обучения, подготовку к экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	0	3
	семестр	
	3	4
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>21</b>	<b>51</b>
Основные понятия и законы. Газовые смеси.	2	4
Первое начало термодинамики.	2	4
Термодинамические процессы.	2	8
Второе начало термодинамики.	2	6
Вода и водяной пар. Термодинамика газовых потоков. Влажный воздух.	3	7
Циклы работы паротурбинных установок.	2	6
Работа компрессоров.	2	4
Циклы, газотурбинных установок.	2	4
Циклы двигателей внутреннего сгорания.	2	4
Циклы работы холодильных машин и тепловых насосов.	2	4
<b>Выполнение контрольной работы</b>	-	18
<b>Подготовка к практическим занятиям</b> (по 1 часу на каждое занятие)	-	-
<b>Подготовка к лабораторным занятиям</b> (по 2 часа на каждое занятие)	<b>8</b>	<b>4</b>
<b>Подготовка к рубежному контролю</b> (по 2 часа на каждый рубеж)	<b>4</b>	-
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Всего:</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно – рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ (для очной формы обучения).
2. Отчеты обучающихся по лабораторным работам.
3. Банк вопросов к экзамену.
4. Задания к рубежному контролю 1,2 (для очной формы обучения).
5. Контрольная работа (для заочной формы обучения).

## 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование	Содержание						
	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии)	Распределение баллов за 3 семестр						
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение практических работ	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
		Балльная оценка:	До 16	-	До 18	До 18	До 18	До 30
		Примечания:	16 лекций по 1 баллу	-	До 6-ти баллов за 4-х часовую лабораторную работу (2л.р. 4-х часовых) До 3-х баллов за 2-х часовую лабораторную работу (2л.р. 2-х часовых)	На 4-й лабораторной работе 3 семестр	На 8-й лабораторной работе 3 семестр	-
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	<b>60 и менее баллов – неудовлетворительно;</b> <b>61...73 – удовлетворительно;</b> <b>74... 90 – хорошо;</b> <b>91...100 – отлично</b>						

3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения экзамена без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение дополнительных заданий по дисциплине ; дополнительные баллы начисляются преподавателем;</li> <li>- участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.</li> </ul>
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 51 баллов, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение и защита пропущенной лабораторной работы (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – до 8 баллов;</li> <li>- прохождение рубежного контроля – до 18 баллов.</li> </ul> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

## 6.2. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежного контроля № 1,2 (3 семестр) состоят из 10 вопросов.

На каждое тестирование при рубежном контроле обучающимся отводится время не менее 30 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов. Время, отводимое студенту на экзамен, составляет 1 астрономический час, каждый вопрос оценивается в 15 баллов.

Результаты экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день сдачи экзамена и выставляются в зачетную книжку обучающегося.

### **6.3. Примеры оценочных средств**

(для рубежного контроля и экзамена)

#### **Вопросы к экзамену**

1. Термодинамические системы и их классификация. Рабочее тело. Теплота и работа как формы передачи энергии. Параметры состояния. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеального газа. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые процессы.
2. Газовые смеси. Способы задания состава смеси. Соотношение между массовыми и объёмными долями. Кажущаяся молекулярная масса. Газовая постоянная смеси. Парциальное давление компонента смеси.
3. Теплоёмкость. Массовая, объёмная теплоёмкость. Средняя и истинная теплоёмкость. Теплоёмкость при постоянном объёме. Теплоёмкость при постоянном давлении. Уравнение Майера. Зависимость теплоёмкости от температуры.
4. Первый закон термодинамики. Теплота и работа. Внутренняя энергия. Выражение теплоты и работы через термодинамические параметры состояния. Энтальпия.
5. Анализ изохорного и изобарного процессов. Изображение процессов на  $P$ - $v$  и  $T$ - $s$  диаграммах.
6. Анализ изотермического и адиабатного процессов. Изображение процессов на  $P$ - $v$  и  $T$ - $s$  диаграммах.
7. Анализ политропного процесса. Уравнение политропы. Изображение процесса на  $P$ - $v$  и  $T$ - $s$  диаграммах.
8. Второй закон термодинамики. Основные формулировки. Циклы. Прямые и обратные циклы. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
9. Энтропия. Тепловые  $T$ - $s$  диаграммы термодинамических процессов.
10. Цикл Карно. Прямой и обратный циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент цикла Карно.

11. Водяной пар. Основные определения. Фазовые переходы. Фазовые диаграммы. Тройная и критическая точки водяного пара
12. Термодинамические таблицы воды и водяного пара.  $h-s$  диаграммы воды и водяного пара. Расчёт процессов водяного пара с помощью таблиц и  $h-s$  диаграммы.
13. Дросселирование газов и паров.
14. Сопло Лавалья. Критический и сверхкритический расход пара.
15. Влажный воздух. Основные определения.  $i-d$  диаграмма влажного воздуха. (Диаграмма Рамзина). Процессы влажного воздуха.
  
16. Паросиловая установка. Принципиальная схема. Цикл Ренкина. Изображение цикла в  $P-v$ ,  $T-s$  координатах. КПД цикла и его повышение.
17. Теплофикационный цикл. Повышение КПД теплоэлектроцентралей.
18. Поршневой компрессор, принцип действия. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Изображение цикла работы компрессора в  $P-v$  координатах.
19. Многоступенчатое сжатие. Центробежные компрессоры.
20. Циклы газотурбинных установок. Анализ циклов в  $P-v$  и  $T-s$  координатах Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл Отто (подвод теплоты при  $V=const$ ). Анализ цикла. Изображение цикла в  $P-v$  и  $T-s$  координатах. Индикаторная диаграмма.
21. Циклы реактивных двигателей. Бескомпрессорный, воздушный; турбовинтовой; жидкостный ракетный.
22. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл Отто (подвод теплоты при  $V=const$ ). Анализ цикла. Изображение цикла в  $P-v$  и  $T-s$  координатах. Индикаторная диаграмма.
23. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл Дизеля (подвод теплоты при  $P=const$ ). Анализ цикла. Изображение цикла в  $P-v$  и  $T-s$  координатах. Индикаторная диаграмма.
24. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл Тринклера (смешанный цикл). Анализ цикла. Изображение цикла в  $P-v$  и  $T-s$  – координатах.
25. Бинарные циклы тепловых машин. Парогазовые установки.
26. Прямое преобразование тепловой энергии. МГД генераторы
27. Холодильные установки. Холодильные агенты и их свойства. Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность холодильной машины.
- 28.. Схемы и циклы парокомпрессионных холодильных машин.
29. Абсорбционные и эжекторные холодильные машины.
30. Тепловые насосы. Отопительный коэффициент.

## Примеры тестовых заданий для рубежного контроля

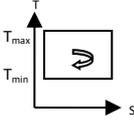
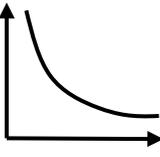
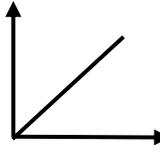
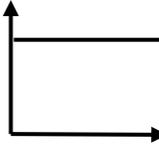
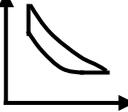
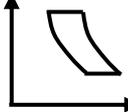
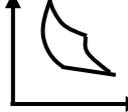
### Рубежный контроль №1.(3 семестр)

#### Тестовое задание №1.

1. Что такое удельный объем? ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. объем, занимаемый 5 кг вещества</li> <li>2. объем, занимаемый 1 кг вещества</li> <li>3. объем, занимаемый 2 к молям вещества</li> </ol>
2. Какова величина универсальной газовой постоянной?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>8,314 \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}</math></li> <li>2. <math>5,42 \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}</math></li> <li>3. <math>3,14 \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}</math></li> </ol>
3. Какие допущения характеризуют модель идеального газа?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отсутствие кинетической энергии молекул</li> <li>2. отсутствие размеров молекул</li> <li>3. отсутствие взаимодействия молекул</li> </ol>
4. Величина $\mu R$ в уравнении состояния идеального газа носит название:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Газовой постоянной.</li> <li>2. Универсальной газовой постоянной.</li> <li>3. Постоянной Больцмана.</li> </ol>
5. Работа расширения (сжатия) $\ell$ в изохорном процессе равна:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изменению внутренней энергии.</li> <li>2. Подведенной теплоте.</li> <li>3. Нулю.</li> </ol>
6. P-V диаграмма для адиабатного процесса имеет вид	
7. В сосуде объемом $0.75 \text{ м}^3$ находится $2.5 \text{ кг}$ углекислого газа. Найти удельный объем газа.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>3.33 \text{ кг/м}^3</math>.</li> <li>2. <math>1.875 \text{ кг} \cdot \text{м}^3</math>.</li> <li>3. <math>0.3 \text{ м}^3/\text{кг}</math>.</li> </ol>
8. Чему равно отношение $\frac{C_p}{C_v}$ - ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Re</li> <li>2. k</li> <li>3. Pr</li> </ol>
9. Какой процесс отражает формула $P \cdot V^n = const$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. накопления энергии</li> <li>2. охлаждения</li> <li>3. политропный</li> </ol>
10. Какова удельная работа газа в изотермическом процессе ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>p \cdot \partial \cdot V</math></li> <li>2. <math>R \cdot T \cdot \ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)</math></li> <li>3. <math>p \cdot V = const</math></li> </ol>

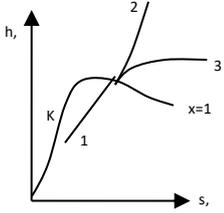
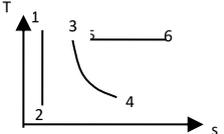
### Тестовое задание №2

1. Какой цикл является эталонным ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цикл Отто</li> <li>2. Цикл Дизеля</li> <li>3. Цикл Карно</li> </ol>
------------------------------------	---

2. термодинамическое тождество для обратимых процессов ...	1. $\Delta E = \Delta U + \Delta Q$ 2. $\Delta Q = T \cdot \Delta L$ 3. $\partial U + \partial L = T \cdot \partial S$
3 Какой формулой выражается термический КПД цикла Карно:  	1. $\eta_{\kappa} = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\min}}$ 2. $\eta_{\kappa} = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\max}}$ 3. $\eta_{\kappa} = \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$
4. Какую меру состояния вещества характеризует температура?	1. поверхностное состояние 2. внутреннюю энергию 3. силу тяги
5. Укажите уравнение состояния идеального газа.	1. $pv = \text{const}$ 2. $pV = mRT$ . 3. $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$
6. Влажный пар находится	1. В жидкостной области 2. В газовой области 3. В газожидкостной области
7. По T-S диаграмме определить изотермический процесс	1.  2.  3. 
8. Укажите формулу связи теплоемкостей $c_v$ и $c_p$ для идеального газа (формулу Майера).	1. $c_p = c_v$ . 2. $c_p - c_v = R$ . 3. $c_p / c_v = k$
9. Определить теоретический цикл Карно: в P-V координатах	1.  2.  3. 
10. Укажите аналитическое выражение второго закона термодинамики	1. $ds \geq \delta q / T$ . 2. $\delta q = du + pdv$ . 3. $\delta q = dh - pdv$ .

### Тестовое задание №3

1. Указать удельную объемную теплоемкость :	1. $C \left[ \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right]$ 2. $C \left[ \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}} \right]$
---	---

	$3. \mu C \left[ \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{Моль} \cdot \text{н}} \right]$
2. Идеальным рабочим телом термодинамической системы является ...	1. Адиабатный газ 2. Любое тело 3. Идеальный газ 4. Упругое тело
3. . Термодинамический процесс, происходящий при постоянном давлении называется:	1. Адиабатным 2. Изохорным 3. Изотермическим 4. Изобарным
4. Процесс 1-3, показанный на h-s диаграмме:	1. Изохорный. 2. Изобарный. 3. Изотермический.
	
5. Чему равна теплота в изобарном процессе ?	1. $q = c_p(t_2 - t_1)$ 2. $q = U_2 - U_1$ 3. $q = 0$ 4. $q = R \cdot T \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}$
6 Укажите процесс адиабатного расширения идеального газа:	1. Процесс 1-2. 2. Процесс 3-4. 3. Процесс 5-6.
	
7. Какие параметры определяют состояние идеального газа ?	1. T                      2. Re 3. P                      4. q 5. V                      6. I 7. U                      8. Δ S
8. Для какого количества газа справедливо равенство $\mu \cdot V \cdot P = R_0 \cdot T$ ?	1. Для одного киломоля газа 2. Для любого количества газа 3. Для одного кубометра газа
9. Какой процесс отображает формула $P \cdot V^k = const$	1. Изотермический 2. Изохорный 3. Адиабатный

10. Какое равенство отражает аналитическое выражение первого начала термодинамики в изотермическом процессе ?	1. $\partial q = C_v \cdot \partial T$ 2. $\partial q = P \cdot \partial V$ 3. $\partial q = C_v \cdot \partial T + P \cdot \partial V$
---	---

### Тестовое задание №4

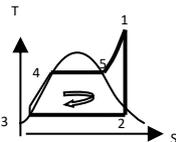
1. Для какого количества газа справедливо равенство $PV=RT$	1.Одного киломоля газа; 2.Одного килограмма газа; 3.Одного кубометра газа;
2. Какой процесс отображает формула $PV=const$	1.Адиабатный; 2. Изобарный; 3. Изотермический;
3. Указать формулы для определения удельной теплоты $q$ и удельной работы $\ell$ для изохорного процесса идеального газа.	1. $q = 0, \ell = \frac{R}{k-1}(T_1 - T_2)$ . 2. $q = RT \cdot \ln(p_1/p_2), \ell = q$ . 3. $q = c_v \cdot (T_2 - T_1), \ell = 0$ .
4. Укажите уравнение изохорного процесса идеального газа .	1. $p/T = const$ 2. $pV = const$ . 3. $pV^k = const$
5. Какой цикл отображает работу паротурбинной установки?	1. Цикл Карно; 2. Цикл Дизеля; 3. Цикл Ренкина;
6. Как называется машина для отвода теплоты?	1. Дизель; 2. Газовая турбина; 3. Холодильник.
7. Процесс 1-2 – процесс сжатия газа в компрессоре. Укажите площадь, соответствующую технической работе сжатия <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div>	1. Площадь 1-2-5-1 2. Площадь 1-2-3-4-1 3. Площадь 1-2-6-7-1.
8. Какое топливо называется моторным?	1. Бензин; 2. Мазут; 3. Уголь.

<p>9. На рисунках укажите цикл Ренкина (цикл паротурбинной установки).</p>	<p>1.                      2.                      3.</p>
<p>10. Для каких рабочих тел значения теплоемкостей <math>c_p</math> и <math>c_v</math> очень мало отличаются друг от друга.</p>	<p>1. Для газов. 2. Для жидкостей. 3. Для твердых тел.</p>

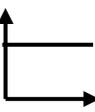
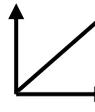
## Рубежный контроль №2 (3 семестр)

### Тестовое задание №1.

<p>1. Укажите PV диаграмму изобарного процесса</p>	<p>1.       2.       3. </p>
<p>2 Детандер – устройство для ..... и подачи его потребителю</p>	<p>1. расширения газа 2. сжатия газа 3. охлаждения газа</p>
<p>3. Прямой цикл Карно состоит из.....</p>	<p>1. четырех изотерм 2. двух изотерм и изобар 3. двух изотерм и двух адиабат</p>
<p>4. Единица измерения универсальной газовой постоянной.....</p>	<p>1. <math>\frac{Дж}{кг \cdot К}</math>      2. <math>\frac{Вт}{м \cdot К}</math>      3. <math>\frac{Дж}{м^3 \cdot К}</math> 4. <math>\frac{кДж}{кмоль \cdot К}</math>      5. <math>\frac{Вт}{м^2 \cdot К}</math>      6. <math>\frac{Вт}{кг \cdot ^\circ С}</math></p>
<p>5. От каких термодинамических параметров зависит КПД холодильной машины</p>	<p>1. от давления газа 2. от внутренней энергии 3. от температуры</p>
<p>6. При каких условиях тепловой двигатель делает полезную работу?</p>	<p>1. когда работа расширения больше работы сжатия 2. когда работа расширения равна работе сжатия 3. когда работа расширения меньше работы сжатия</p>
<p>7. В круговом процессе количество отведенной теплоты равно 80 кДж/кг. При этом получена работа, равная 120 кДж/кг. Определить термический КПД цикла.</p>	<p>1. <math>\eta_t = 0,6</math> 2. <math>\eta_t = 0,78</math> 3. <math>\eta_t = 0,72</math></p>

8. Какая формула определяет измерения энтропии идеального газа	1. $\Delta E = \Delta U + \Delta Q$ 2. $\partial q = \partial U + p \cdot \partial V$ 3. $\Delta S = \frac{\partial q}{T}$
9. Как вычисляется термический КПД тепловой машины?	1. $\eta_t = \frac{q_2 - q_1}{T}$ 2. $\eta_t = \frac{\partial q}{\partial T}$ 3. $\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
10 Укажите процесс расширения пара в турбине. 	1. Процесс 1-2. 2. Процесс 2-3. 3. Процесс 5-1.

### Тестовое задание №2.

1. Какая термодинамическая система считается замкнутой ?	1. Система, у которой не возможен теплообмен с окружающей средой 2. Система у которой отсутствует энергообмен с окружающей средой в форме работы 3. Система, которая не обменивается теплом с окружающей средой.
2. Объясните физический смысл газовой постоянной в уравнении $PV=RT$ ?	1 Работа газа в процессе при $P=\text{const}$ ; 2 Работа газа в процессе при $V=\text{const}$ 3. Работа газа в процессе при $T=\text{const}$ ;
3. Явление конвекции наблюдается в...	1. Металлах; 2. Твёрдых телах и жидкостях; 3. Жидкостях и газах;
4. Термодинамический процесс, происходящий при постоянном объёме называется...	1. Изотермическим; 2. Адиабатным; 3. Изохорным;
5. Эффективность работы тепловых машин характеризует...	1. Холодильный коэффициент; 2. Отопительный коэффициент; 3. КПД тепловых машин;
6. Точка росы лежит...	1. На линии сухого насыщенного пара; 2. На линии водяного насыщенного пара; 3. На линии кипящей жидкости; 4. В области нагретой жидкости;
7. $PV$ диаграмма для изохорного процесса...	1.  2.  3. 
8. Конденсатором в паросиловой установке называется устройство для...	1. Получения теплоты; 2. Перевода пара в жидкость; 3. Получения электрической энергии;

<p>9. Укажите цикл двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при <math>p = \text{const}</math> (цикл Дизеля).</p>	
<p>10. Какая формула отображает второе начало термодинамики?</p>	<p>1. <math>Q_1 = Q_2 + Q_3</math>  2. <math>Q_1 = L + Q_2</math>  3. <math>Q_1 = \Delta p \cdot S \cdot L</math></p>

### Тестовое задание №3.

<p>1. Какие физические тела используются в тепловых машинах в качестве рабочих тел?</p>	<p>1. Твёрдые тела;  2. Газы;  3. Смеси твёрдых тел и жидкостей.</p>
<p>2. Давление газа это мера...</p>	<p>1. Силового воздействия на окружающую среду рабочего тела  2. Внутреннего движения газа;  3. Изменения размеров газа.</p>
<p>3. Для какого количества газа справедливо равенство <math>PV = mRT</math></p>	<p>1. Одной тонны газа;  2. <math>m</math> килограммов газа;  3. <math>ms</math> кубометров газа.</p>
<p>4. Какую теплоёмкость показывает размерность <math>\left[ \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \text{К}} \right]</math>?</p>	<p>1. Массовую;  2. Объёмную;  3. Молярную.</p>
<p>5. Какой процесс описывает уравнение <math>\frac{R}{V} = \frac{P}{T}</math>?</p>	<p>1. Изотермический ;  2. Изобарный;  3. Изохорный.</p>
<p>6. В каком процессе теплота равна разности энтальпий <math>q = h_2 - h_1</math>?</p>	<p>1. Изохорном;  2. Изобарном;  3. Адиабатном;  4. Изотермическом.</p>
<p>7. Компрессор – это устройство для</p>	<p>1. Расширения газа  2. Смешивания газов  3. Сжатия газа</p>
<p>8. Какие параметры характеризуют состояние рабочего тела в термодинамике?</p>	<p>1. <math>T, P, v</math> (температура, давление, удельный объём)  2. <math>T, I, V</math> (температура, ток, напряжение)</p>
<p>9. По T-S диаграмме определить цикл Карно.</p>	<p>1.  2.  3. </p>

10. Какую меру состояния вещества характеризует температура?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. поверхностное состояние</li> <li>2. внутреннюю энергию</li> <li>3. силу тяги</li> </ol>
--	---

### Тестовое задание №4

1. В закрытом сосуде 1 кг воздуха нагрели от $t_1 = 20^\circ\text{C}$ до $t_2 = 120^\circ\text{C}$ . Определить количество подведенной теплоты при $c_v = 717,5 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ; $c_p = 1004,5 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ .	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>q = 100,45 \text{ кДж}/\text{кг}</math></li> <li>2. <math>q = 71,75 \text{ кДж}/\text{кг}</math>.</li> <li>3. <math>q = 120,85 \text{ кДж}/\text{кг}</math></li> <li>4. <math>q = 80,35 \text{ кДж}/\text{кг}</math></li> </ol>
2. Какой процесс изображает PV диаграмма?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изменения теплоты</li> <li>2. совершаемой работы</li> <li>3. никакой</li> </ol>
3. Чему равна теплоемкость в адиабатном процессе?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>C = \infty</math></li> <li>2. <math>C &gt; 0</math></li> <li>3. <math>C = 0</math></li> <li>4. <math>C = k</math></li> <li>5. <math>C = n</math></li> <li>6. <math>C &lt; 0</math></li> </ol>
4. Что можно определить по энтропийно-энтальпийной h - S диаграмме ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. параметры состояния водяного пара</li> <li>2. энергию углеводородного топлива</li> <li>3. энергию углекислого газа</li> </ol>
5. Сублимация – это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Переход вещества из жидкого состояния в газообразное.</li> <li>2. Переход вещества из газообразного состояния в жидкое.</li> <li>3. Переход вещества из твердого состояния в газообразное.</li> </ol>
6. В чем заключается полезная работа двигателя внутреннего сгорания?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в перемещении поршня</li> <li>2. в нагреве цилиндра</li> <li>3. в повышении давления</li> </ol>
7. Как определяется работа цикла Ренкина, если: $h_1$ – энтальпия пара перед турбиной, $h_2$ – энтальпия пара за турбиной, $h'_2$ энтальпия кипящей жидкости при давлении $p_2$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>q = h_1 - h_2</math></li> <li>2. <math>q = h_1 - h'_2</math>.</li> <li>3. <math>q = h_2 - h'_2</math></li> </ol>
8. Укажите формулы для определения удельной теплоты $q$ и удельной работы $\ell$ для изобарного процесса идеального газа.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>q = c_v(T_2 - T_1)</math>, <math>\ell = 0</math>.</li> <li>2. <math>q = c_p(T_2 - T_1)</math>, <math>\ell = R(T_2 - T_1)</math>.</li> <li>3. <math>q = R \cdot \ln(p_1/p_2)</math>, <math>\ell = q</math>.</li> </ol>

9.Какой показатель характеризует работу компрессора?	1. степень сжатия 2. степень предварительного расширения 3. степень повышения давления
10.В каких единицах измеряют паропроизводительность паровой машины?	1. кг/ч            2. м <sup>2</sup> /с            3. м/с

#### **6.4. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приводятся в учебно-методическом комплексе дисциплины.

### **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **7.1. Основная учебная литература**

1. Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс]: Учеб. пособие для вузов / В.И. Ляшков. - М.: Абрис, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/> -Доступ из ЭБС «Консультант студента»

#### **7.2. Дополнительная учебная литература**

1.Основы технической термодинамики/ОвчинниковЮ.В. - Новосиб.: НГТУ, 2010. - 292 с.: Доступ из ЭБС «znanium.com»

2.Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена: Учебное пособие / В.А. Барилевич, Ю.А. Смирнов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). Доступ из ЭБС «znanium.com» .

### **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

1. Определение теплоемкости воздуха (изобарной, изохорной), показателя адиабаты, энтальпии и внутренней энергии [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы №2 по курсу технической термодинамики и теплопередачи (теплотехники) для студентов специальностей 100400, 170600, 330100, 150100 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра энергетики и технологии металлов ; [сост.: Боченин В.И., Ивашко А.Г., Попов Г.А.]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 353 Кб). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2003. - 10 с. Доступ из ЭБС КГУ.

2. Определение показателя адиабаты по измерению скорости звука в воздухе [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабо-

раторной работы №3 по курсам теплотехники, термодинамики и теплопередачи для студентов специальностей 190201, 190202, 190601, 190603, 190702, 150202, 151002, 280100, 200503 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра энергетики и технологии металлов ; [сост.: Боченин В.И., Ивашко А.Г., Попов Г.А.]. - Электрон.текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 211 Kb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2010. - 13 с. Доступ из ЭБС КГУ.

3. Теплотехника [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Теплотехника» для бакалавров направления 190600.62 (23.03.03) / Министерство образования и науки Российской Федерации [и др.]; [сост.: В. А. Савельев]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf; размер: 819 Kb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2015. - 24, Доступ из ЭБС КГУ.

### **9. Ресурсы сети «интернет», необходимые для освоения дисциплины**

1. [dist.kgsu.ru](http://dist.kgsu.ru) - Система поддержки учебного процесса КГУ;
2. [www.mylect.ru](http://www.mylect.ru) - Лекции онлайн по дисциплине «Техническая термодинамика».

### **10. Информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

1. Система дистанционного обеспечения «Moodle»
2. ЭБС «Znanium.com»
3. Платформа для собраний, чатов, звонков и совместной работы Microsoft Teams.

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

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

### **12. Для обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины

- «Техническая термодинамика»**  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата
- 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника  
(Направленность: Энергообеспечение предприятий)  
4 Семестр (заочная форма обучения)
- 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника  
(Направленность: Электроснабжение)  
3 Семестр (очная форма обучения)  
4 Семестр (заочная форма обучения)

Трудоемкость дисциплины: 4 з.е. (144 академических часа)  
Форма промежуточной аттестации: Экзамен.

Содержание дисциплины

Получение тепловой энергии связано с преобразованием энергии других видов: электрической, химической, гидравлической, пневматической. Использование этих видов энергии возможно только при знании законов технической термодинамики, преобразования тепловой энергии. Дисциплина «Техническая термодинамика» знакомит обучающихся – теплоэнергетиков и электроэнергетиков с фундаментальными законами осуществления тепловых процессов., технологиями получения и преобразования тепловой энергии, оборудованием, машинами и аппаратами, обеспечивающими снабжение тепловой энергией и превращением её в полезную работу.

**ЛИСТ**  
**регистрации изменений (дополнений) в рабочую программу**  
**учебной дисциплины**  
**«Техническая термодинамика»**

**Изменения / дополнения в рабочую программу**  
**на 20\_\_ / 20\_\_ учебный год:**

---

---

---

---

---

---

Ответственный преподаватель \_\_\_\_\_ / В.А.Савельев/

Изменения утверждены на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
Протокол № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Изменения / дополнения в рабочую программу**  
**на 20\_\_ / 20\_\_ учебный год:**

---

---

---

---

---

---

Ответственный преподаватель \_\_\_\_\_ / В.А.Савельев/

Изменения утверждены на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
Протокол № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.