

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Майкопский государственный технологический университет»**

Факультет \_\_\_\_\_ Технологический \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ Строительных и общепрофессиональных дисциплин \_\_\_\_\_



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине \_\_\_\_\_ Б1.В.03 Теплотехника \_\_\_\_\_

по направлению подготовки \_\_\_\_\_ 15.03.02 Технологические машины оборудование \_\_\_\_\_

по профилю подготовки \_\_\_\_\_ Машины и аппараты пищевых производств \_\_\_\_\_

квалификация (степень)  
выпускника \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_

форма обучения \_\_\_\_\_ очная, заочная \_\_\_\_\_


Год начала подготовки \_\_\_\_\_ 2019 \_\_\_\_\_

Майкоп

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины оборудование

Составитель рабочей программы:

Ст. преподаватель  
(должность, ученое звание, степень)


  
(подпись)

Шека С.И.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры

Строительных и общепрофессиональных дисциплин  
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой  
«11» 05 2019г.

  
(подпись)

Меретуков З.А.  
(Ф.И.О.)

Одобрено научно-методической комиссией  
экологического факультета

«11» 05 2019г.

Председатель  
научно-методического  
совета направления

  
(подпись)

Аликов К.А.  
(Ф.И.О.)

Декан технологического факультета  
«11» 05 2019г.

  
(подпись)

Схалялов А.А.  
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УМУ  
«11» 05 2019г.

  
(подпись)

(Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой  
по направлению (специальности)

  
(подпись)

Аликов К.А.  
(Ф.И.О.)

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

**Цель дисциплины** - является обеспечение теоретической подготовки и фундаментальной базы инженеров в области технологических процессов и производств, изучение основных законов термодинамики и закономерностей теплообмена с последующим их использованием для решения насущных задач пожарной охраны.

**Задачами изучения дисциплины являются изучение:**

- основных термодинамических состояниях рабочего тела;
- механической смеси газов и способах ее задания;
- теплоемкости газа и смеси газов;
- сущности 1-го и 2-го законов термодинамики;
- методах исследования термодинамических процессов;
- процессах парообразования;
- термодинамических циклах при работе компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных установок;
- способах передачи теплоты путем теплопроводности, конвекции и излучением;
- путях интенсификации процессов теплопередачи;
- выборе материалов для тепловой изоляции;
- классификации и назначении теплообменных аппаратов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Данная дисциплина относится к вариативной части блока Б1 дисциплин подготовки специальности 15.03.02 Технологические машины и оборудование. Дисциплина преподается в 6 семестре и методически взаимосвязана с такими дисциплинами как математика, физика, физико-химические основы развития и тушения пожара, начертательная геометрия. Инженерная графика.

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

В результате освоения дисциплины у обучаемых формируются следующие компетенции:

- моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов. (ПК-2);
- участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности (ПК-4);
- участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции (ПК-12).

**Освоение дисциплины позволяет:**

**Знать:**

- моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;
- методы проектирования новой техники и технологии;
- технологические процессы при подготовке производства новой продукции;

**Уметь:**

- моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;

- пользоваться базовыми методами исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;

- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;

**Владеть:**

- готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

- базовыми методами исследовательской деятельности;

- навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часа).

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестры	
		6	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>64/1,8</b>	<b>64/1,8</b>	
В том числе:			
Лекции (Л)	17/0,47	17/0,47	
Семинары (С)	17/0,47	17/0,47	
Практические занятия (ПЗ)			
Лабораторные работы (ЛР)	34/0,94	34/0,94	
Контактная работа в период аттестации (КРАт)	4,35/0,12	4,35/0,12	
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)			
<b>Самостоятельная работа студентов (СР) (всего)</b>	<b>4/0,11</b>	<b>4/0,11</b>	
В том числе:			
Курсовая работа			
Расчетно-графические работы			
Реферат			
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>			
1. Составление плана-конспекта			
<b>Контроль (всего)</b>	<b>35,65/0,99</b>	<b>35,65/0,99</b>	
Форма промежуточной аттестации: <b>зачет</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>	
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108/3</b>	<b>108/3</b>	

##### 4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часа).

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестры	
		4к	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>16/0,44</b>	<b>16/0,44</b>	
В том числе:			
Лекции (Л)	4/0,011	4/0,011	



Семинары (С)	4/0,011	4/0,011	
Практические занятия (ПЗ)			
Лабораторные работы (ЛР)	8/0,22	4/0,011	
Контактная работа в период аттестации (КРАТ)	0,4/0,011	0,4/0,011	
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)			
<b>Самостоятельная работа студентов (СР) (всего)</b>	<b>83/2,3</b>	<b>83/2,3</b>	
В том числе:			
Курсовая работа			
Расчетно-графические работы			
Реферат			
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>			
1. Составление плана-конспекта			
<b>Контроль (всего)</b>	<b>8,65/0,24</b>	<b>8,65/0,24</b>	
Форма промежуточной аттестации: зачет,	экзамен	экзамен	
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108/3</b>	<b>108/3</b>	

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Л	С/ПЗ	ЛР	КРАТ	СРП	Контроль		СР
1.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.	1	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06				-	Блиц-опрос
2.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 2. Законы термодинамики.	2	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06				-	Блиц-опрос
3.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 3. Термодинамические процессы.	3	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06				-	Тестирование
4.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 4. Реальные газы и пары.	4	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06				-	Блиц-опрос
5.	<b>Раздел 1.</b>	5	1/0,0	1/0,0	2/0,06				-	Тестирование

	<b>Термодинамика.</b> Тема 5. Термодинамика потоков.		03	03					
6.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств.	6	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06			-	Обсуждение докладов
7.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств.	7	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06			-	Блиц-опрос
8	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 7. Фазовые переходы. Тема 8. Химическая термодинамика.	8	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06			2	Блиц-опрос
9	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 9. Основные понятия и определения теории теплообмена.	9	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06			-	Блиц-опрос
10	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 10. Теплопроводность.	10	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06			-	Блиц-опрос
11.	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 10. Теплопроводность.	11	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06			-	Блиц-опрос
12	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 11. Конвективный теплообмен.	12	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06			-	Блиц-опрос
	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 11. Конвективный теплообмен.	13	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06			-	Блиц-опрос
13	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 12. Излучение	14	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06			-	Блиц-опрос
14	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 13. Теплообмен	15	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06			2	Блиц-опрос

	при пожаре в помещении. Тема 14. Теплопередача.									
15	<b>Раздел 3. Промышленная теплотехника</b> Тема 15. Топливо и основы горения	16 - 17	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06					Блиц-опрос
16	<b>Раздел 3. Промышленная теплотехника</b> Тема 16. Применение теплоты.	18	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06					Блиц-опрос
17	Тема 17. Основы энергосбережения и основные направления экологии энергоресурсов. Вторичные энергетические ресурсы.	1	1/0,0 03	1/0,0 03	2/0,06					Блиц-опрос
	Промежуточная аттестация									
	<b>ИТОГО:</b>		<b>17/0,47</b>	<b>17/0,47</b>	<b>34/0,94</b>	<b>0,4/0,011</b>		<b>35,65/0,99</b>	<b>4/0,11</b>	<b>экзамен</b>

## 5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Л	С/ПЗ	ЛБ	КРАТ	СРП	Контроль		СР
1.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.	-	2		-				5	Блиц-опрос
2.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 2. Законы термодинамики.	-	-	2	1				5	Блиц-опрос
3.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 3. Термодинамические процессы.	-	-	-	1				5	Тестирование

4.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 4. Реальные газы и пары.	-	-	-	-				5	Блиц-опрос
5.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 5. Термодинамика потоков.	-	-	-	-				5	Тестирование
6.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств.	-	-	-	-				5	Обсуждение докладов
7.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств.	-	-	-	2				5	Блиц-опрос
8	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 7. Фазовые переходы. Тема 8. Химическая термодинамика.	-	-	-					6	Блиц-опрос
9	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 9. Основные понятия и определения теории теплообмена.	-	-	-	1				5	Блиц-опрос
10	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 10. Теплопроводность.	-	-	2	-				6	Блиц-опрос
11.	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 10. Теплопроводность.	-	-	-	2				5	Блиц-опрос
12	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 11. Конвективный теплообмен.	-	-	-	-				5	Блиц-опрос
13	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 11. Конвективный теплообмен.	-	-	-	-				5	Блиц-опрос
14	<b>Раздел 2. Теория</b>	-	-	-	-				6	Блиц-опрос



	<b>теплообмен.</b> Тема 12. Излучение								
15	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 13. Теплообмен Тема 14. Теплопередача.	-	2	-	2			5	Блиц-опрос
16	<b>Раздел 3. Промышленная теплотехника</b> Тема 15. Топливо и основы горения	-	-	-	-			5	Блиц-опрос
17	<b>Раздел 3. Промышленная теплотехника</b> Тема 16. Топливо и основы горения	-	-	-	2			6	Блиц-опрос
	Промежуточная аттестация								
	<b>ИТОГО:</b>		<b>4/0,011</b>	<b>4/0,011</b>	<b>8/022</b>	<b>0,4/0,011</b>	<b>3,75/0,1</b>	<b>89/2,47</b>	<b>экзамен</b>

5.3. Содержание разделов дисциплины «Теплотехника», образовательные технологии. Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы / зач. ед.)		Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО				
1.	<p><b>Раздел 1. Термодинамика.</b>                      Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.                      1.1 Смеси рабочих тел.                      1.2. Теплоемкость.</p>			<p>Предмет теплотехники, место и роль в подготовке кадров. Связь теплотехники с другими областями знаний. Роль теплотехники в научно-техническом прогрессе, развитии новой техники и технологии.                      Предмет технической термодинамики и ее методы.                      Термодинамическая система. Рабочее тепло. Основные термодинамические параметры состояния. Уравнения состояния. Термодинамический процесс. Равновесное и неравновесное состояние. Обратимые и необратимые процессы, теплоемкость.                      1.1. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными</p>	ПК-2 ПК-4 ПК12	<p><b>Знать:</b>                      - моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;                      - методы проектирования новой техники и технологии;                      - технологические процессы при подготовке производства новой продукции;  <b>Уметь:</b>                      - моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;                      - пользоваться базовыми</p>	Лекция-беседа

				<p>долями. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение парциальных давлений компонентов.</p> <p>1.2. Массовая. Объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянных объеме и давлении. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкостей. Теплоемкость смеси рабочих тел.</p>		<p>методами исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.</li> <li>- базовыми методами исследовательской деятельности;</li> <li>- навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.</li> </ul>	
2.	<p>Тема 2. Законы термодинамики.</p> <p>2.1. Сущность первого закона термодинамики.</p> <p>2.2. Сущность второго закона термодинамики.</p>	2/0,06	1/0,028	<p>2.1. Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.</p>	ПК-2 ПК-4 ПК12	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием</li> </ul>	Лекция-беседа

				<p>Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. <math>p</math>-<math>v</math> и <math>T</math>-<math>s</math> диаграммы. Уравнение первого закона термодинамики для потока.</p> <p>2.2. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы.</p> <p>Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Изменение энтропии в необратимых процессах. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической</p>	
--	--	--	--	--	--

стандартных пакетов и средств

автоматизированного проектирования;

- методы проектирования новой техники и технологии;

- технологические процессы при подготовке производства новой продукции;

**Уметь:**

- моделировать технические объекты и технологические процессы с

использованием стандартных пакетов и средств

автоматизированного проектирования;

- пользоваться базовыми методами исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;

- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой



				системы. теплоты.	Эксергия		продукции; <b>Владеть:</b> - готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов. - базовыми методами исследовательской деятельности; - навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.	
3.	Тема 3. Термодинамические процессы. 3.1. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. 3.2. Термодинамический анализ процессов в компрессорах.	1/0,03	1/0,028	3.1. Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Изображение процессов в координатах $p$ - и $T$ s. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный – частные случаи политропного процесса. 3.2. Классификация компрессоров и принцип	ПК-2 ПК-4 ПК12	<b>Знать:</b> - моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; - методы проектирования новой техники и технологии; - технологические процессы при подготовке производства новой продукции;	Лекция-беседа	

				<p>их действия.</p> <p>Индикаторная диаграмма.</p> <p>Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие, полная работа, затрачиваемая на привод компрессора.</p> <p>Многоступенчатое сжатие. Изображение в <math>p_v</math>- и <math>T_s</math> – диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах.</p> <p>Необратимое сжатие.</p> <p>Относительный внутренний КПД компрессора.</p>	
--	--	--	--	---	--

**Уметь:**

- моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;
- пользоваться базовыми методами исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;
- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;

**Владеть:**

- готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.
- базовыми методами исследовательской деятельности;
- навыками монтажа и

						наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.	
4.	Тема 4. Реальные газы и пары. 4.1. Свойства реальных газов.	1/0,03		4.1. Пары. Процессы парообразования в $p-v$ - и $T_s$ – диаграммах. Фазовая диаграмма веществ. Термодинамические свойства поверхности раздела фаз. Понятие об уравнении Вукаловича – Новикова. Уравнение Боголюбова – Майера. Термодинамические таблицы воды и водяного пара. Термодинамические диаграммы $p-v$ -, $T_s$ - и $i_s$ – водяного пара, двуокиси углерода, фреонов. Расчет термодинамических процессов изменения состояния пара. Жидкости и пары, используемые в установках пожаротушения. Жидкости и пары, обращающиеся в	ПК-2 ПК-4 ПК12	<b>Знать:</b> - моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; - методы проектирования новой техники и технологии; - технологические процессы при подготовке производства новой продукции; <b>Уметь:</b> - моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; - пользоваться базовыми	Лекция-беседа

				технологических установках с повышенной пожарной опасностью.		методами исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами; - проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции; <b>Владеть:</b> - готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов. - базовыми методами исследовательской деятельности; - навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.	
5.	Тема 5. Термодинамика потоков. 5.1. Основные положения. 5.2. Дросселирование газов и паров.	1/0,03	-	5.1 Уравнения истечения. Располагаемая работа и скорость истечения. Секундный расход при истечении. Связь критической скорости	ПК-2 ПК-4 ПК12	<b>Знать:</b> - моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием	Лекция-беседа



			<p>истечения с местной скоростью распространения звука. Критическое отношение давлений. Расчет скорости истечения и секундного массового расхода для критического режима. Условия перехода через критическую скорость. Сопло Лаваля. Расчет процесса истечения водяного пара с помощью <math>i_s</math> – диаграммы. Действительный процесс истечения.</p> <p>Термодинамические процессы в газовых установках пожаротушения.</p> <p>Истечение газа из баллона ограниченной вместимости.</p> <p>5.2. Сущность процесса дросселирования и его уравнение. Изменение параметров в процессе дросселирования.</p> <p>Понятие об эффекте Джоуля-Томсона.</p> <p>Особенности дросселирования</p>	
--	--	--	--	--

стандартных пакетов и средств

автоматизированного проектирования;

- методы проектирования новой техники и технологии;

- технологические процессы при подготовке производства новой продукции;

**Уметь:**

- моделировать технические объекты и технологические процессы

с использованием

стандартных пакетов и средств

автоматизированного проектирования;

- пользоваться базовыми методами

исследовательской

деятельности в работе над инновационными

проектами;

- проверять качество монтажа и наладки при

испытаниях и сдаче в эксплуатацию

новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой

				идеального и реального газов. Понятие о температуре инверсии. Условное изображение процесса дросселирования в $is$ – диаграмме. Практическое использование процесса дросселирования		продукции; <b>Владеть:</b> - готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов. - базовыми методами исследовательской деятельности; - навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.	
6.	Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств. Общие методы анализа эффективности циклов теплосиловых установок. 6.1. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). 6.2. Циклы установок для газовой тушения пожаров.	1/0,03	-	6.1. Принцип действия поршневых ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом тепла. Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в $p-v$ - и $T_s$ -диаграммах. Термические и эксергические КПД циклов ДВС. Сравнительный анализ термодинамических циклов ДВС. Циклы установок для газовой тушения	ПК-2 ПК-4 ПК12	<b>Знать:</b> - моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; - методы проектирования новой техники и технологии; - технологические процессы при подготовке производства новой продукции;	Лекция-беседа

				пожаров	
--	--	--	--	---------	--

**Уметь:**

- моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;

- пользоваться базовыми методами исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;

- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;

**Владеть:**

- готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

- базовыми методами исследовательской деятельности;

- навыками монтажа и



						наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.	
7.	Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств. 6.3. Циклы паросиловых установок. 6.4. Циклы холодильных установок.	1	-	6.3. Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его использование. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Изображение цикла $p-v$ , $T_s$ - и $i_s$ – диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл. Понятие о циклах атомных силовых установок. 6.4. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл паровой и воздушной компрессорной холодильной установки. Понятие об абсорбционных и парозежекторных холодильных установках.	ПК-2 ПК-4 ПК12	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>- методы проектирования новой техники и технологии;</li> <li>- технологические процессы при подготовке производства новой продукции;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>- пользоваться базовыми</li> </ul>	Лекция-беседа

				Термотрансформаторы		<p>методами исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.</li> <li>- базовыми методами исследовательской деятельности;</li> <li>- навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.</li> </ul>	
8	Тема 7. Фазовые переходы. Тема 8. Химическая термодинамика.	1/0,03	-	7.1. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие. Условие	ПК-2 ПК-4 ПК12	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием</li> </ul>	Лекция-беседа

				<p>фазового равновесия. Фазовые переходы при одинаковых давлениях фаз. Фазовые переходы при искривленных поверхностях раздела.</p> <p>8.1. Термохимия. Закон Гесса. Уравнение Кирхгофа. Химическое равновесие и второй закон термодинамики. Константа равновесия и степень диссоциации. Тепловой закон Нернста.</p>	
--	--	--	--	---	--

стандартных пакетов и средств

автоматизированного проектирования;

- методы проектирования новой техники и технологии;

- технологические процессы при подготовке производства новой продукции;

**Уметь:**

- моделировать технические объекты и технологические процессы

с использованием стандартных пакетов и средств

автоматизированного проектирования;

- пользоваться базовыми методами

исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;

- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой

						продукции; <b>Владеть:</b> - готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов. - базовыми методами исследовательской деятельности; - навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.	
9.	<b>Раздел 2. Теория теплообмена.</b> Тема 9. Основные понятия и определения теории теплообмена.	1/0,03	1/0,028	9.1. Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен. Актуальные задачи противопожарной защиты объектов народного хозяйства, которые решаются с использованием теории теплообмена.	ПК-2 ПК-4 ПК12	<b>Знать:</b> - моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; - методы проектирования новой техники и технологии; - технологические процессы при подготовке производства новой продукции;	Лекция-беседа



--	--	--	--	--

**Уметь:**

- моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;
- пользоваться базовыми методами исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;
- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;

**Владеть:**

- готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.
- базовыми методами исследовательской деятельности;
- навыками монтажа и

						наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.		
10.	Тема 10. Теплопроводность.	10.	1/0,03	-	<p>Основные понятия и определения. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Механизм передачи теплоты в металлах, диэлектриках, полупроводниках, жидкостях и газах. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условие однозначности. Коэффициент температуропроводности.</p> <p>10.1. Теплопроводность при стационарном режиме. Решение уравнения теплопроводности для однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1-го рода при постоянном коэффициенте теплопроводности.</p>	ПК-2 ПК-4 ПК12	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>- методы проектирования новой техники и технологии;</li> <li>- технологические процессы при подготовке производства новой продукции;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>- пользоваться базовыми</li> </ul>	Лекция-беседа

				<p>Расчет температурного поля стенки с учетом зависимости коэффициента теплопроводности от температуры.</p> <p>10.2. Теплопроводность при нестационарном режиме. Нестационарный процесс теплопроводности. Методы решения задач нестационарной теплопроводности: метод разделения переменных, метод интегрального преобразования Фурье, метод Лапласа. Метод конечных разностей.</p>		<p>методами исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.</li> <li>- базовыми методами исследовательской деятельности;</li> <li>- навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.</li> </ul>	
11.	Тема 10. Теплопроводность.	1/0,03	-	<p>10.3. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3-го рода.</p>	ПК-2 ПК-4 ПК12	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием</li> </ul>	Лекция-беседа

				<p>Нестационарный процесс теплопроводности в телах конечных размеров. Регулярные режимы.</p> <p>Физические особенности процессов нагревания строительных конструкций и технологического оборудования при пожаре и испытаниях строительных конструкций в печах. Воздействие горячих газов на датчики пожарных извещателей.</p> <p>Математическая постановка задач о нагревании и «стандартного» пожаров.</p> <p>Численные методы расчета температурного поля в строительных конструкциях при граничных условиях, изменяющихся со временем.</p>	
--	--	--	--	---	--

стандартных пакетов и средств

автоматизированного проектирования;

- методы проектирования новой техники и технологии;

- технологические процессы при подготовке производства новой продукции;

**Уметь:**

- моделировать технические объекты и технологические процессы с

использованием стандартных пакетов и средств

автоматизированного проектирования;

- пользоваться базовыми методами исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;

- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой

						продукции; <b>Владеть:</b> - готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов. - базовыми методами исследовательской деятельности; - навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.	
12.	Тема 11. Конвективный теплообмен.	1/0,03	-	11.1. Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: уравнение движения вязкой жидкости (Навье-Стокса), уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости, уравнение теплоотдачи на границе потока и стенки (Био-Фурье), уравнение неразрывности. Условие	ПК-2 ПК-4 ПК12	<b>Знать:</b> - моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; - методы проектирования новой техники и технологии; - технологические процессы при подготовке производства новой продукции;	Лекция-беседа



			<p>однозначности к  дифференциальным  уравнениям  конвективного  теплообмена. Основные  положения теории  пограничного слоя.  Исследование  теплоотдачи методами  пограничного слоя.  Основы теории подобия.  Основные определения.  Условия подобия  физических явлений.  Преобразования подобия.  Числа подобия.  Критериальные  уравнения. Физический  смысл основных чисел  подобия. Методы  моделирования. Понятия  о математическом  моделировании.  11.1. Основные понятия и  определения. Уравнение  Ньютона-Рихмана.  Коэффициент  теплоотдачи.  Дифференциальные  уравнения теплообмена:  уравнение движения  вязкой жидкости (Навье-  Стокса), уравнение</p>
--	--	--	---

**Уметь:**

- моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;

- пользоваться базовыми методами исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;

- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;

**Владеть:**

- готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

- базовыми методами исследовательской деятельности;

- навыками монтажа и

				<p>теплопроводности для потока движущейся жидкости, уравнение теплоотдачи на границе потока и стенки (Био-Фурье), уравнение неразрывности. Условие однозначности к дифференциальным уравнениям конвективного теплообмена. Основные положения теории пограничного слоя. Исследование теплоотдачи методами пограничного слоя. Основы теории подобия. Основные определения. Условия подобия физических явлений. Преобразования подобия. Числа подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных чисел подобия. Методы моделирования. Понятия о математическом моделировании.</p> <p>11.2. Теплоотдача при вынужденном движении среды. Теплообмен при</p>
--	--	--	--	---

<p>наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.</p>	
---	--

				<p>движении жидкостей вдоль плоской поверхности; теплоотдача при ламинарном и турбулентном пограничном слое; решение задач методом теории подобия; критериальные уравнения. Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в трубах; теплоотдача при ламинарном и турбулентном течении жидкостей в трубах; расчетные уравнения подобия. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб, коридорно и шахматно расположенных. Критериальные уравнения.</p>			
13.	Тема 11. Конвективный теплообмен.	1/0,03	-	11.3. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача в	ПК-2 ПК-4 ПК12	<b>Знать:</b> - моделирование технических объектов и	Лекция-беседа

			<p>неограниченном объёме: ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей. Теплоотдача на горизонтальной плоской поверхности в неограниченном пространстве. Теплоотдача горизонтально расположенного цилиндра в неограниченном объёме. Критериальные уравнения. Теплообмен при свободной конвекции в замкнутых объёмах. Расчет теплоотдачи через тонкие прослойки жидкости и газа.</p> <p>11.4. Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Теплообмен при кипении. Механизм процесса при пузырьковом и плёночном режимах кипения. Кризисы кипения. Теплоотдача при пузырьковом и</p>	
--	--	--	---	--

<p>технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</p> <p>- методы проектирования новой техники и технологии;</p> <p>- технологические процессы при подготовке производства новой продукции;</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</p> <p>- пользоваться базовыми методами исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;</p> <p>- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в</p>	
---	--



				<p>плёночном кипении жидкости в большом объёме. Расчетные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи. Вопросы противопожарной безопасности устройств и аппаратов, в которых реализуются процессы кипения жидкостей. Теплоотдача при взаимодействии струи капельной жидкости и пластины с кипением на поверхности. Теплообмен при конденсации. Пленочная и капельная конденсация. Теплоотдача при конденсации чистых паров. Расчетные уравнения коэффициента теплоотдачи для вертикальных и горизонтальных труб. Влияние примесей неконденсирующихся газов на теплоотдачу. Расчет необходимого расхода водяного пара при проектировании</p>
--	--	--	--	--

эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;

**Владеть:**

- готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

- базовыми методами исследовательской деятельности;

- навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.

				систем пожаротушения.			
14.	Тема 12. Излучение		-	<p>12.1 Общие понятия и определения; тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; коэффициент облученности; теплообмен излучением между телами, произвольно расположенными в пространстве. Защита от излучения. Излучение газов. Излучение факела пламени при пожаре. Расчет безопасных в пожарном отношении расстояний и экранной защиты от теплового излучения. Расчет теплообмена излучением в поглощающей и излучающей среде. Лучистый теплообмен между ограждением и находящейся внутри него высокотемпературной</p>	ПК-2 ПК-4 ПК12	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>- методы проектирования новой техники и технологии;</li> <li>- технологические процессы при подготовке производства новой продукции;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>- пользоваться базовыми методами исследовательской деятельности в работе над</li> </ul>	Лекция-беседа
		1/0,03					

				газовой средой.		<p>инновационными проектами;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.</li> <li>- базовыми методами исследовательской деятельности;</li> <li>- навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.</li> </ul>	
15.	<p>Тема 13. Теплообмен при пожаре в ограждающих конструкциях.</p> <p>Тема 14. Теплопередача. Интенсификации теплопередачи</p>	1/0,03	1/0,028	<p>13.1. Радиационно-конвективный и радиационно-кондуктивный теплообмен при большой оптической толщине среды. Теплообмен конструкций, омываемых пламенем или</p>	<p>ПК-2 ПК-4 ПК12</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного</li> </ul>	Лекция-беседа

				<p>восходящим от очага горения потоком газа. Тепловые потоки в различные элементы.</p> <p>14.1. Сложный теплообмен.</p> <p>Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и ребренную стенки.</p> <p>Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи.</p> <p>Тепловая изоляция.</p> <p>Выбор материала тепловой изоляции.</p>	
--	--	--	--	---	--

проектирования;  
- методы проектирования  
новой техники и  
технологии;

- технологические  
процессы при подготовке  
производства новой  
продукции;

**Уметь:**

- моделировать  
технические объекты и  
технологические  
процессы с  
использованием  
стандартных пакетов и  
средств  
автоматизированного  
проектирования;

- пользоваться базовыми  
методами  
исследовательской  
деятельности в работе над  
инновационными  
проектами;

- проверять качество  
монтажа и наладки при  
испытаниях и сдаче в  
эксплуатацию новых  
образцов изделий, узлов и  
деталей выпускаемой  
продукции;

**Владеть:**

- готовностью проводить

						эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов. - базовыми методами исследовательской деятельности; - навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.	
16.	<b>Раздел 3. Промышленная теплотехника</b> Тема 15. Топливо и основы горения.	1/0,03		15.1. Виды топлива и их характеристики. Классификация топлива. Твердое, жидкое и газообразное топливо и их характеристики. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания. 15.2. Основные положения теории горения. Особенности сжигания твердого, жидкого и газообразных топлив и расчет теоретически необходимого количества воздуха для их сжигания. Коэффициент избытка воздуха. Состав объем	ПК-2 ПК-4 ПК12	<b>Знать:</b> - моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; - методы проектирования новой техники и технологии; - технологические процессы при подготовке производства новой продукции; <b>Уметь:</b> - моделировать технические объекты и	Лекция-беседа



				продуктов сгорания. Теоретическая температура горения.	
--	--	--	--	--	--

<p>технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- пользоваться базовыми методами исследовательской деятельности в работе над инновационными проектами;</li><li>- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</li></ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.</li><li>- базовыми методами исследовательской деятельности;</li><li>- навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий,</li></ul>	
---	--

						узлов и деталей выпускаемой продукции.	
17.	<p>Тема 16. Применение теплоты в пожарной охране и охрана окружающей среды.</p> <p>Тема 17. Основы энергосбережения и основные направления экологии энергоресурсов. Вторичные энергетические ресурсы.</p>	1/0,03		<p>16.1. Основные потребители теплоты. Элементы сушильной установки. Типы сушильных установок. Тепловой баланс сушильной установки и определение ее размеров. Техничко-экономические показатели сушилок.</p> <p>16.2. Проблема защиты окружающей среды от выброса продуктов горения. Характеристики основных загрязняющих веществ. Основные методы очистки продуктов горения от вредных выбросов.</p> <p>17.1. Основные направления экологии энергоресурсов. Повышение эффективности энергетического и энергоиспользующего оборудования. Снижение энергопотерь, совершенствование учета и нормирование расхода энергоресурсов.</p>	ПК-2 ПК-4 ПК12	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>- методы проектирования новой техники и технологии;</li> <li>- технологические процессы при подготовке производства новой продукции;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>- пользоваться базовыми методами исследовательской деятельности в работе над</li> </ul>	Лекция-беседа

				<p>17.2. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР). Общие положения и классификация ВЭР. Роль ВЭР в топливо и теплоснабжении. Источники ВЭР и их использования.</p>		<p>инновационными проектами;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.</li> <li>- базовыми методами исследовательской деятельности;</li> <li>- навыками монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.</li> </ul>	
	<b>Итого:</b>	<b>17/0,47</b>	<b>4/0,11</b>				

**5.4. Практические и семинарские занятия, их наименование, содержание и объем в часах**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
			ОФО	ЗФО
1.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики. 1.1.Смеси рабочих тел. 1.2. Теплоемкость.	Приборы и методы определения параметров рабочих тел.	1/0,03	-
2.	Тема 2. Законы термодинамики. 2.1. Сущность первого закона термодинамики. 2.2. Сущность второго закона термодинамики.	Определение изобарной теплоемкости	1/0,03	2/0,06
3.	Тема 3. Термодинамические процессы. 3.1. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. 3.2. Термодинамический анализ процессов в компрессорах.	Изохорное нагревание воды и водяного пара.	1/0,03	-
4.	Тема 4. Реальные газы и пары. 4.1. Свойства реальных газов.	Изотермическое сжатие углекислого газа.	1/0,03	-
5.	Тема 5. Термодинамика потоков. 5.1. Основные положения. 5.2. Дросселирование газов и паров.	Исследование процессов во влажном воздухе.	1/0,03	-
6.	Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств. Общие методы анализа эффективности циклов теплосиловых установок. 6.1. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). 6.2. Циклы установок для газовойодяного тушения пожаров.	Определение степени сухости и энтальпии водяного пара.	1/0,03	-
7.	Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств. 6.3. Циклы паросиловых установок. 6.4. Циклы холодильных	Исследование процесса адиабатного истечения воздуха через сужающееся сопло.	1/0,03	-

	установок.			
8.	Тема 7. Фазовые переходы. Тема 8. Химическая термодинамика.	Испытание холодильной установки.	1/0,03	-
9.	Раздел 2. Теория теплообмена. Тема 9. Основные понятия и определения теории теплообмена.	Определение теплопроводности материалов	1/0,03	-
10	Тема 10. Теплопроводность.	Определение теплопроводности материалов методом цилиндрического слоя.	1/0,03	2/0,06
11.	Тема 10. Теплопроводность.	Определение теплопроводности и коэффициента температуропроводности методом регулярного режима.	1/0,03	-
12.	Тема 11. Конвективный теплообмен.	Исследование температурного поля в телах в процессе нагревания.	1/0,03	-
13.	Тема 11. Конвективный теплообмен.	Теплоотдача при вынужденной конвекции.	1/0,03	-
14.	Тема 12. Излучение	Теплоотдача при кипении воды в большом объеме.	1/0,03	-
15.	Тема 13. Теплообмен при пожаре в помещении. ограждающих конструкций. Тема 14. Теплопередача. Интенсификации теплопередачи.	Определение интенсивности теплообмена при пожаре в помещении	1/0,03	1/0,03
16.	<b>Раздел 3. Промышленная теплотехника</b> Тема 15. Топливо и основы горения.	Определение теплоты сгорания горючего материала	1/0,03	-
17.	Тема 16. Применение теплоты в пожарной охране и охрана окружающей среды. Тема 17. Основы энергосбережения и основные направления экологии энергоресурсов. Вторичные энергетические ресурсы.	Анализ продуктов горения	1/0,03	-
	<b>ИТОГО:</b>		<b>17/0,47</b>	<b>4/0,11</b>

### 5.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
			ОФО	ЗФО
1.	<b>Раздел 1. Термодинамика.</b> Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики. 1.1. Смеси рабочих тел. 1.2. Теплоемкость.	Приборы и методы определения параметров рабочих тел.	2/0,055	-
2.	Тема 2. Законы термодинамики. 2.1. Сущность первого закона термодинамики. 2.2. Сущность второго закона термодинамики.	Определение изобарной теплоемкости	2/0,055	1/0,03
3.	Тема 3. Термодинамические процессы. 3.1. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. 3.2. Термодинамический анализ процессов в компрессорах.	Изохорное нагревание воды и водяного пара.	2/0,06	1/0,03
4.	Тема 4. Реальные газы и пары. 4.1. Свойства реальных газов.	Изотермическое сжатие углекислого газа.	2/0,06	-
5.	Тема 5. Термодинамика потоков. 5.1. Основные положения. 5.2. Дросселирование газов и паров.	Исследование процессов во влажном воздухе.	2/0,06	-
6.	Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств. Общие методы анализа эффективности циклов теплосиловых установок. 6.1. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). 6.2. Циклы установок для газовойодяного тушения пожаров.	Определение степени сухости и энтальпии водяного пара.	2/0,06	-
7.	Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств. 6.3. Циклы паросиловых установок. 6.4. Циклы холодильных установок.	Исследование процесса адиабатного истечения воздуха через сужающееся сопло.	2/0,06	2/0,06
8.	Тема 7. Фазовые переходы. Тема 8. Химическая термодинамика.	Испытание холодильной установки.	2/0,06	-



9.	Раздел 2. Теория теплообмена. Тема 9. Основные понятия и определения теории теплообмена.	Определение теплопроводности материалов	2/0,06	1/0,03
10	Тема 10. Теплопроводность.	Определение теплопроводности материалов методом цилиндрического слоя.	2/0,06	-
11.	Тема 10. Теплопроводность.	Определение теплопроводности и коэффициента температуропроводности методом регулярного режима.	2/0,06	2/0,06
12.	Тема 11. Конвективный теплообмен.	Исследование температурного поля в телах в процессе нагревания.	2/0,06	-
13.	Тема 11. Конвективный теплообмен.	Теплоотдача при вынужденной конвекции.	2/0,06	-
14.	Тема 12. Излучение	Теплоотдача при кипении воды в большом объеме.	2/0,06	-
15.	Тема 13. Теплообмен при пожаре в помещении. ограждающих конструкций. Тема 14. Теплопередача. Интенсификации теплопередачи.	Определение интенсивности теплообмена при пожаре в помещении	2/0,06	2/0,06
16.	<b>Раздел 3. Промышленная теплотехника</b> Тема 15. Топливо и основы горения.	Определение теплоты сгорания горючего материала	2/0,06	-
17.	Тема 16. Применение теплоты в пожарной охране и охрана окружающей среды. Тема 17. Основы энергосбережения и основные направления экологии энергоресурсов. Вторичные энергетические ресурсы.	Анализ продуктов горения	2/0,06	2/0,06
	<b>ИТОГО:</b>		<b>34/0,94</b>	<b>8/0,22</b>

### 5.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрено.



## 5.7. Самостоятельная работа студентов

### Содержание и объем самостоятельной работы студентов

№ п/п	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах / трудоемкость в з.е	
				ОФО	ЗФО
1.	<p><b>Раздел 1. Термодинамика.</b>  Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики.  1.1.Смеси рабочих тел.  1.2. Теплоемкость.</p>	<p>Написание реферата к теме: Связь теплотехники с другими отраслями знаний. Основные исторические этапы становления теплотехники, роль теплотехники в научно-техническом прогрессе, развитии новой техники и технологии. Значение теплотехники в данной отрасли народного хозяйства. Подготовка к лабораторной работе Составление плана-конспекта.  Составление тестов.</p>	1 неделя	-	5/0,14
2.	<p>Тема 2. Законы термодинамики.  2.1. Сущность первого закона термодинамики.  2.2. Сущность второго закона термодинамики.</p>	<p>Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе.  Подготовка к лабораторной работе. Оформление лабораторной работы.  Составление плана-конспекта.  Составление тестов</p>	2 неделя	-	5/0,14
3.	<p>Тема 3. Термодинамические процессы.  3.1. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел.  3.2. Термодинамический анализ процессов в компрессорах.</p>	<p>Написание реферата.  Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе.  Подготовка к лабораторной работе  Оформление лабораторной работы.  Составление плана-конспекта.  Составление тестов</p>	3 неделя	-	5/0,14

4.	Тема 4. Реальные газы и пары. 4.1. Свойства реальных газов.	Написание рефератов. Подготовка к лабораторной работе. Оформление лабораторной работы. Составление плана-конспекта. Составление тестов.	4 неделя	-	5/0,14
5.	Тема 5. Термодинамика потоков. 5.1. Основные положения. 5.2. Дросселирование газов и паров.	Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторной. Составление плана-конспекта. Составление тестов.	5 неделя	-	5/0,14
6.	Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств. Общие методы анализа эффективности циклов теплосиловых установок. 6.1. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). 6.2. Циклы установок для газовой турбины.	Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе. Написание рефератов. Подготовка к лабораторной работе. Оформление лабораторной работы. Составление плана-конспекта. Составление тестов	6 неделя	-	5/0,14
7.	Тема 6. Термодинамический анализ циклов теплотехнических устройств. 6.3. Циклы паросиловых установок. 6.4. Циклы холодильных установок.	Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе. Написание рефератов. Подготовка к лабораторной работе. Составление плана-конспекта. Составление тестов	7 неделя	-	5/0,14
8.	Тема 7. Фазовые переходы. Тема 8. Химическая термодинамика.	Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе. Составление плана-конспекта. Подготовка к лабораторной работе. Написание рефератов. Составление тестов.	8 неделя	2/0,06	5/0,14
9.	<b>Раздел 2. Теория</b>	Проработка учебного		-	5/0,14

	<b>теплообмен.</b> Тема 9. Основные понятия и определения теории теплообмена.	материала по конспекту, учебной литературе. Написание рефератов. Подготовка к лабораторной работе Оформление лабораторной работы. Составление плана-конспекта. Составление тестов	9 неделя		
10.	Тема 10. Теплопроводность.	Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе. Написание рефератов. Подготовка к лабораторной работе Оформление лабораторной работы. Составление плана-конспекта. Составление тестов	10 неделя	-	5/0,14
11.	Тема 10. Теплопроводность.	Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе. Написание рефератов. Подготовка к лабораторной работе Оформление лабораторной работы. Составление плана-конспекта. Составление тестов	11 неделя	-	5/0,14
12.	Тема 11. Конвективный теплообмен.	Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе. Написание рефератов. Подготовка к лабораторной работе Оформление лабораторной работы. Составление плана-конспекта. Составление тестов	12 неделя	-	5/0,14
13.	Тема 11. Конвективный теплообмен.	Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе. Написание рефератов.		-	5/0,14

		Подготовка к лабораторной работе Оформление лабораторной работы. Составление плана-конспекта. Составление тестов	13 неделя		
14.	Тема 12. Излучение	Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе. Написание рефератов. Подготовка к лабораторной работе Оформление лабораторной работы. Составление плана-конспекта. Составление тестов	14 неделя	2/0,06	5/0,14
15.	Тема 13. Теплообмен при пожаре в помещении. Тема 14. Теплопередача. Интенсификации теплопередачи	Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе. Написание рефератов. Подготовка к лабораторной работе Оформление лабораторной работы. Составление плана-конспекта. Составление тестов	15 неделя	-	5/0,14
16.	<b>Раздел 3. Промышленная теплотехника</b> Тема 15. Топливо и основы горения.	Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе. Написание рефератов. Подготовка к лабораторной работе Оформление лабораторной работы. Составление плана-конспекта. Составление тестов	16 неделя	-	5/0,14

17.	Тема 16. Применение теплоты в пожарной охране и охрана окружающей среды. Тема 17. Основы энергосбережения и основные направления экологии энергоресурсов. Вторичные энергетические ресурсы.	Проработка учебного материала по конспекту, учебной литературе. Написание рефератов. Подготовка к лабораторной работе Оформление лабораторной работы. Составление плана-конспекта. Составление тестов	17 неделя	-	5/0,14
	Подготовка к экзамену				
				4/0,11	89/2,5

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

### 6.1 Методические указания (собственные разработки)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла.

### 6.2 Литература для самостоятельной работы

1. Круглов, Г.А. Теплотехника: учебное пособие/ Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. - СПб.: Лань, 2012. – 208 с.

2. Семенов, Ю.П. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебник/Ю.П.Семенов, А.Б.Левин. - М.: ИНФРА-М, 2015. - 400 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=470503>

3. Кудинов, В.А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2015. - 424 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=486472>

4. Ляшков, В.И. Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Ляшков. - М.: КУРС: ИНФРА-М, 2015. - 328 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=496993>

5. Кудинов, А.А. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: ИНФРА-М, 2015. - 375 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=463148>

6. Тихомиров, К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: учебник для студентов вузов / К.В. Тихомиров, Э.С. Сергеенко. - М.: БАСТЕТ, 2009. - 480 с.



## **7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля**

1. Предмет теплотехника. Техническая термодинамика.
2. Термодинамическая система. Рабочее тело.
3. Основные термодинамические параметры состояния.
4. Уравнение состояния.
5. Термодинамический процесс. Идеальный газ.
6. Уравнение состояния идеального газа.
7. Внутренняя энергия.
8. Работа расширения. Графическое изображение работы.
9. Теплота, как микрофизическая форма передачи энергии.
10. Первый закон термодинамики.
11. Теплоемкость газов. Зависимости между теплоемкостями.
12. Энтальпия, энтропия. Графическое изображение теплоты.
13. второй закон термодинамики. Термодинамический КПД.
14. Цикл Карно.
15. Обратный цикл Карно.
16. Термодинамические процессы идеального газа.
17. Политропный процесс.
18. Водяной пар. T-s и p-v диаграммы водяного пара.
19. i-s диаграмма водяного пара.
20. Термодинамические процессы для водяного пара.
21. Влажный воздух. Влажность воздуха. Влагосодержание.

### **Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»**

1. Предмет и метод термодинамики. Термодинамическая система.
2. Термодинамические параметры состояния.
3. Уравнение состояния идеальных газов.
4. Термодинамический процесс.
5. Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси.
6. Вычисление параметров состояния смеси: определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси.
7. Теплоемкость и ее виды.
8. Теплоемкость при постоянном давлении и объеме. Уравнение Майера.
9. Средняя и истинная теплоемкости.
10. Теплоемкость смеси рабочих тел.
11. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия.
12. Работа расширения. Определение работы через термодинамические параметры состояния.
13. Теплота. Определение теплоты через термодинамические параметры состояния.
14. Первый закон термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
15. Энтальпия.
16. Энтропия.
17. Второй закон термодинамики. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
18. Прямой цикл Карно. Термодинамический КПД цикла.
19. Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент.

20. Изменение энтропии в неравновесных процессах.
21. Эксергия теплоты.
22. Термодинамические процессы. Изохорный процесс.
23. Термодинамические процессы. Изобарный процесс.
24. Термодинамические процессы. Изотермический процесс.
25. Термодинамические процессы. Адиабатный процесс.
26. Политропный процесс. Основные характеристики политропных процессов.
27. Реальные газы и пары. Свойства реальных газов.
28. Фазовая диаграмма веществ.
29. Основные понятия и определения водяного пара. Процесс парообразования.
30. TS- диаграмма водяного пара.
31. Термодинамика воды и водяного пара.
32. Первый закон термодинамики для потока газа.
33. Течение газов в соплах и диффузора.
34. Дросселирование газов. Эффект Джоуля-Томпсона.
35. Теория теплообмена. Основные определения.
36. Теория теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
37. Различные случаи теплопроводности при стационарном режиме.
38. Конвективный теплообмен. Основы теории подобия.
39. Формула Ньютона для конвективного теплообмена.
40. Расчет конвективного теплообмена.
41. Основные понятия и законы излучения.
42. Задачи теплообмена излучением.
43. Теплопередача через цилиндрическую стенку.
44. Теплопередача через плоскую стенку.
45. Теплообменные аппараты.
46. Энергетическое топливо. Классификация и состав.
47. Теплота сгорания топлива. Процесс горения топлива.

### Тестовые задания

#### 1. Задание 1

Массовая теплоёмкость по известной мольной вычисляется по формуле....

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> $p / \mu C$              |   |
| <input type="checkbox"/> $\mu C / p$              | <input type="checkbox"/> $\mu / \mu C$  |
| <input checked="" type="checkbox"/> $\mu C / \mu$ | <input type="checkbox"/> $\delta / \mu$ |

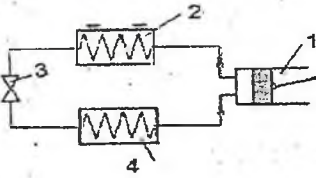
#### 2. Задание 2

При теплофикации используются паровые турбины....

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> конденсационные  | <input checked="" type="checkbox"/> только с противодавлением |
| <input type="checkbox"/> с попутным давлением   | <input type="checkbox"/> газовые турбины                      |
| <input type="checkbox"/> с продавливаемым и с регулируемым промежуточным отбором пара |   |

#### 3. Задание 3

Испаритель паровой компрессионной холодильной машины обозначен цифрой.....



- 4  
 1                       2  
 3                       2 и 4

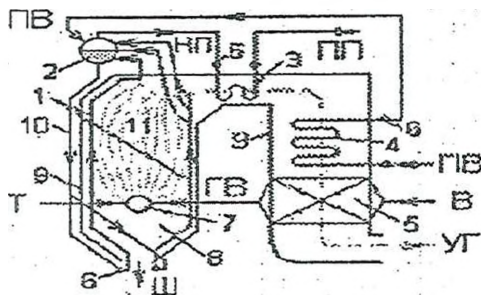
#### 4. Задание 4

Не горючим элементом твёрдого топлива является.....

- сера                                       водород  
 углерод                                    гелий  
 кислород

#### 5. Задание 5

Цифрой 3 на схеме вертикально- водотрубного барабанного парового котла с естественной циркуляцией обозначен...



- пароперегреватель                       барабан  
 коллекторы                                 воздухоподогреватель  
 горелка

#### 6. Задание 6

$\alpha = 1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К}), t_c = 80^\circ \text{ С}, t_{\text{ж}} = 70^\circ \text{ С}$ . Плотность теплового потока равна.....

- $10000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$                         $10000 \text{ Вт}/\text{м}^2$   
  $1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$                         $1000 \text{ Вт}/\text{м}^2$   
  $1000 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ К}$

#### 7. Задание 7

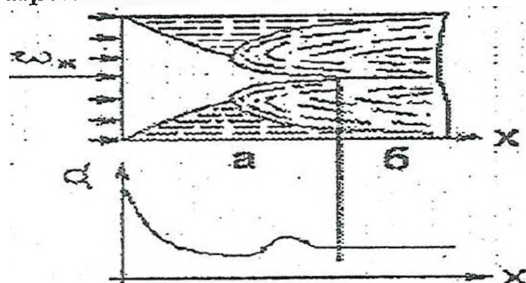
Для воздуха коэффициент теплопроводности  $[\text{Вт}/(\text{мК})]$  примерно равен....

- 50     0,025  
 0,5      40  
 400



### 8. Задание 8

При расчёте теплоотдачи внутри трубы за определяющий размер принимается....



- внутренний диаметр трубы
- длину трубы
- участок Q
- толщину стенки трубы
- участок а
- наружный диаметр трубы

### 9. Задание 9

Сумма потоков собственного и отраженного телом излучения называется....

- эффективным излучение
- спектральной плоскостью потока излучения
- спектральным излучением
- ультрафиолетовым излучение
- плотность теплового потока

### 10. Задание 10

Если теплота от одного теплоносителя к другому передается через разделяющую их стенку, то теплообменник называется.....

- регенеративным
- топливной трубой
- смесительным
- рекуперативным
- калорифером

### 11. Задание 11

Расчётная формула для приведенной степени черноты системы из 2-х тел, когда одна теплообменная поверхность (F1) внутри другой (F2).....

$$\varepsilon_{np} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$$

$$\varepsilon_{np} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} - \frac{F_1}{F_2} \left( \frac{1}{\varepsilon_2} + 1 \right)}$$

$$\varepsilon_{np} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{F_1}{F_2} \left( \frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)}$$

$$\varepsilon_{np} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} - \frac{F_1}{F_2} \left( \frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)}$$

$$\varepsilon_{np} = \frac{5000}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2}}$$

### 12. Задание 12

Техническая работа.....

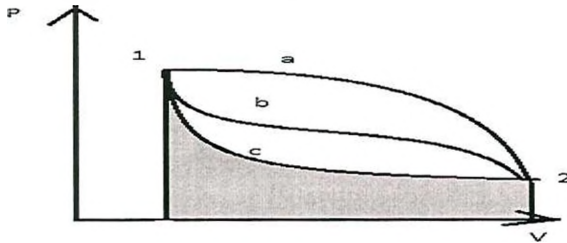
- равна в соплах и диффузорах совершается
- в соплах совершается, в диффузорах не совершается

- в соплах и диффузорах совершается
- в соплах и диффузорах не совершается

в соплах не совершается, в диффузорах

### 13. Задание 13

Площадь под линией процесса 1-с-2 является



- const работой
- количеством теплоты
- работой сжатия
- работой расширения
- изменением внутренней энергии

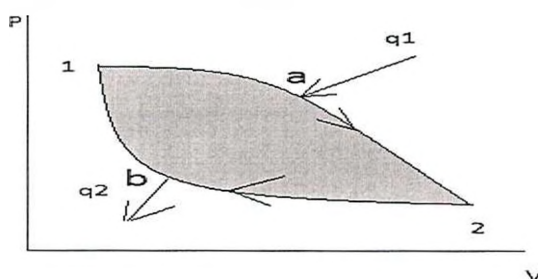
### 14. Задание 14

Термическое сопротивление 3-х слойной однородной плоской стенки....

- $R = \sum_{i=1}^3 \frac{\delta_i}{\lambda_i}$
- $R = \sum_{i=1}^3 \frac{\lambda_i}{\delta_i}$
- $R = \sum_{i=1}^3 \frac{\delta_i}{\lambda_i} \cdot i$
- $R = \sum_{i=1}^4 \frac{\delta_i}{\lambda_i}$
- $R = \sum_{i=1}^2 \frac{\delta_i}{\lambda_i}$

### 15. Задание 15

Термический КПД цикла 1a2b1 определяется соотношением



- $\eta = \frac{l_1}{q_1 - |q_2|}$
- $\eta = 1 - \frac{q_2}{q_1}$
- $\eta = 1 - \frac{q_1}{q_2}$
- $\eta_1 = \frac{l_2}{q_2}$
- $\eta = \frac{q_2}{q_1}$

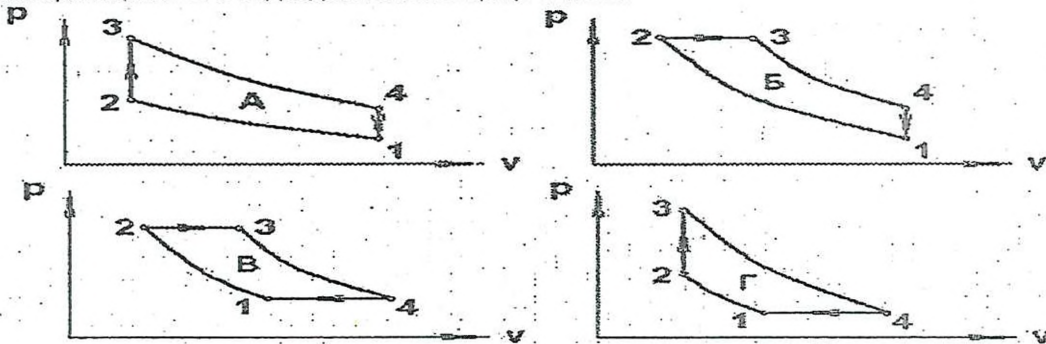
### 16. Задание 16

Продукт анаэробной ферментации(сбраживания) органических отходов (навоза, растительных остатков, мусора и. т. д.) называют.....

- генеративным
- доменным
- коксовым
- биогазом
- сжиженным газом

### 17. Задание 17

Выберите цикл ГТУ с подводом теплоты при  $p = \text{const}$ .....



- А
- Г
- Б
- В
- А и Б

### 18. Задание 18

Для равновесного адиабатного потока в сопле располагаемая работа равна....

- располагаемому перепаду давлений
- располагаемому перепаду температур
- постоянной энтропии
- располагаемому теплоперепаду
- постоянному давлению

### 19. Задание 19

Диффузор предназначен для.....

- для увеличения давления потока
- для увеличения теплоёмкости потока
- для уменьшения скорости потока
- для увеличения скорости потока
- для уменьшения давления потока

### 20. Задание 20

Для расчёта средних коэффициентов теплоотдачи применительно к рисунку в качестве определяющей температуры принимается.....

