



## ВВЕДЕНИЕ

1. Оценочные материалы по дисциплине (модулю) является обязательным обособленным приложением к Рабочей программе дисциплины (модуля) и представлены в виде оценочных средств.
2. Оценочные материалы является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися указанной дисциплины (модуля).
3. При помощи оценочных материалов осуществляется контроль и управление процессом формирования обучающимися компетенций, из числа предусмотренных ФГОС ВО в качестве результатов освоения дисциплины (модуля).
4. Оценочные материалы по дисциплине (модулю) включает в себя:
  - оценочные средства, применяемые при промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины (модуля).
  - оценочные средства, применяемые в рамках индивидуализации выполнения, контроля фиксированных видов ВАРО, включая самостоятельную работу.
  - оценочные средства, применяемые для текущего контроля;
5. Разработчиками оценочных материалов по дисциплине (модулю) являются преподаватели кафедры, обеспечивающей изучение обучающимися дисциплины (модуля) в Академии. Содержательной основой для разработки оценочных материалов является Рабочая программа дисциплины (модуля).

**1. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ**  
**учебной дисциплины (модуля), персональный уровень достижения которых проверяется**  
**с использованием представленных в п. 3 оценочных материалов**

Компетенции, в формировании которых задействована дисциплина		Код и наименование индикатора достижений компетенции	Компоненты компетенций, формируемые в рамках данной дисциплины (как ожидаемый результат ее освоения)		
код	наименование		знать и понимать	уметь делать (действовать)	владеть навыками (иметь навыки)
1		2	3	4	5
<b>Профессиональные компетенции собственные</b>					
ПКС-2	Способен осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ИД-1 <sub>ПКС-2</sub> Способен осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	Способы монтажа, наладки, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	монтажа, наладки, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве

**2. РЕЕСТР  
элементов оценочных материалов по дисциплине (модулю)**

Группа оценочных средств	Оценочное средство или его элемент
	Наименование
1	2
<b>1. Средства для промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины</b>	Перечень вопросов к зачету с оценкой
	Критерии оценки к зачету с оценкой
<b>2. Средства для индивидуализации выполнения, контроля фиксированных видов (ВАРО)</b>	Перечень примерных тем расчетно-графической работы
	Критерии оценивания
	Шкала оценивания
	Перечень заданий для контрольных работ обучающихся заочной формы обучения
	Критерии оценивания
	Шкала оценивания
<b>3. Средства для текущего контроля</b>	Комплект вопросов для проведения устных опросов
	Критерии оценивания
	Шкала оценивания
	Кейс-задачи
	Критерии оценивания
	Шкала оценивания
	Дискуссионные вопросы
	Критерии оценивания
	Шкала оценивания
	Комплект тестовых заданий
	Критерии оценивания
	Шкала оценивания
	Темы рефератов
	Критерии оценивания
	Шкала оценивания
	Вопросы для составления конспектов
	Критерии оценивания
Шкала оценивания	

### 3. Описание показателей, критериев и шкал оценивания компетенций в рамках дисциплины (модуля)

Код и название компетенции	Код индикатора достижений компетенции	Индикаторы компетенции	Показатель оценивания – знания, умения, навыки (владения)	Уровни сформированности компетенций				Формы и средства контроля формирования компетенций
				компетенция не сформирована	минимальный	средний	высокий	
				Оценки сформированности компетенций				
				2	3	4	5	
				Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»	
				Характеристика сформированности компетенции				
			Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач		
Критерии оценивания								
ПКС-2 Способен осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ИД-2 <sub>ук</sub>	Полнота знаний	Знает способы монтажа, наладки, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	Не знает способы монтажа, наладки, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	знает частично способы монтажа, наладки, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	Знает хорошо способы монтажа, наладки, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	Знает в совершенстве способы монтажа, наладки, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	Перечень вопросов к зачету с оценкой; Перечень примерных тем расчетно-графической работы; Перечень заданий для контрольных работ обучающихся заочной формы обучения; Комплект вопросов для проведения устных опросов; Кейс-задачи; Дискуссионные вопросы; Комплект тестовых заданий;
		Наличие умений	Умеет осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	Не умеет осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	Умеет частично осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	Умеет хорошо осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	Умеет в совершенстве осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	
		Наличие навыков (владение опытом)	Владеет навыками монтажа, наладки, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	Не владеет навыками монтажа, наладки, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	Владеет частично навыками монтажа, наладки, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	владеет хорошо навыками монтажа, наладки, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	владеет в совершенстве навыками монтажа, наладки, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	

								Темы рефератов; Вопросы для составления конспектов
--	--	--	--	--	--	--	--	---

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

**4.1. Типовые контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков**

**4.1.1. Средства для промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины**

<b>Нормативная база</b> <b>проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:</b> <b>Б1.В.ДВ.01.01 Теплоэнергетика</b>	
1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА»	
<b>Основные характеристики</b> <b>промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины</b>	
1	2
<b>Цель промежуточной аттестации -</b>	установление уровня достижения каждым обучающимся целей и задач обучения по данной дисциплине, изложенным в п.2.2 настоящей программы
<b>Форма промежуточной аттестации -</b>	зачёт с оценкой
<b>Место процедуры получения зачёта в графике учебного процесса</b>	1) участие обучающегося в процедуре получения зачёта осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на изучение дисциплины 2) процедура проводится в рамках ВАРО, на последней неделе семестра
<b>Основные условия получения обучающимся зачёта:</b>	1) обучающийся выполнил все виды учебной работы (включая самостоятельную) и отчитался об их выполнении в сроки, установленные графиком учебного процесса по дисциплине
<b>Процедура получения зачёта -</b>	Представлены в оценочных материалах по данной дисциплине
<b>Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков:</b>	

**Перечень вопросов к зачету с оценкой**

1. Передача теплоты в природе. Массоперенос ( ПКС-2).
2. Температурное поле ( ПКС-2).
3. Градиент температуры ( ПКС-2).
4. Плотность теплового потока, закон Фурье ( ПКС-2).
5. Коэффициент теплопроводности ( ПКС-2).
6. Дифференциальное уравнение теплопроводности ( ПКС-2).
7. Краевые условия (условия однозначности) ( ПКС-2).
8. Передача теплоты через плоскую стенку при граничных условиях I-го рода ( ПКС-2).
9. Передача теплоты через плоскую стенку при коэффициенте теплопроводности, зависящем от температуры ( ПКС-2).
10. Передача теплоты через многослойную плоскую стенку при граничных условиях I-го рода ( ПКС-2).
11. Передача теплоты через плоскую стенку при граничных условиях III-го рода ( ПКС-2).
12. Передача теплоты через бесконечную цилиндрическую стенку при граничных условиях I-го рода ( ПКС-2).
13. Передача теплоты через бесконечную цилиндрическую стенку при граничных условиях III-го рода ( ПКС-2).
14. Передача теплоты через многослойную цилиндрическую стенку при граничных условиях III-го рода ( ПКС-2).
15. Критический диаметр изоляции ( ПКС-2).
16. Термодинамическая система. Основные параметры состояния (ПКС-2).
17. Виды энергии и их особенности (ПКС-2).
18. Теплота, ее графическое и аналитическое определение (ПКС-2).
19. Работа, ее графическое и аналитическое определение (ПКС-2).
20. Первый закон термодинамики. Равновесные и неравновесные процессы (ПКС-2).
21. Теплоемкость газов. Постоянная теплоемкость. Нелинейная зависимость теплоемкости от температуры (ПКС-2).
22. Объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики (ПКС-2).
23. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия (ПКС-2).
24. Идеальные газы. Уравнения состояния идеальных газов (ПКС-2).
25. Смеси идеальных газов. Закон Дальтона (ПКС-2).
26. Изохорный термодинамический процесс идеальных газов (ПКС-2).

27. Изобарный термодинамический процесс идеальных газов (ПКС-2).
28. Изотермический термодинамический процесс идеальных газов (ПКС-2).
29. Адиабатный термодинамический процесс идеальных газов (ПКС-2).
30. Горение однородной газовой смеси. (ПКС-2)
31. Диффузионное горение газов. (ПКС-2)
32. Интенсификация и стабилизация процесса горения газов. (ПКС-2)
33. Горелки, применяемые при равномерно-распределенном и прямом радиационных режимах работы печей. (ПКС-2)
34. Горелки, применяемые при косвенном радиационном режиме работы печей. Радиантные трубы. (ПКС-2)
35. Горение капли жидкого топлива. Время полного выгорания капли. (ПКС-2)
36. Устройства для сжигания жидкого топлива. (ПКС-2)
37. Особенности сжигания мазута. (ПКС-2)
38. Теоретические основы и методы сжигания твёрдого топлива. (ПКС-2)
39. Камерное сжигание твёрдого топлива. (ПКС-2)
40. Сжигание твёрдого топлива в плотном слое. (ПКС-2)
41. Сжигание твёрдого топлива в кипящем слое. (ПКС-2)
42. Термическая переработка твёрдого топлива. (ПКС-2)
43. Другие способы генерации теплоты. (ПКС-2)
44. Классификация паровых турбин. Принципиальная схема паротурбинной установки и ее основные элементы. (ПКС-2)
45. Абсолютный (термический) КПД идеальной установки. Относительный внутренний КПД турбины. Механический КПД турбины. (ПКС-2)
46. Относительный эффективный КПД турбины. Абсолютный эффективный КПД турбины. Относительный электрический КПД турбоагрегата. Влияние давления и температуры пара на абсолютный КПД турбинной установки. (ПКС-2)
47. Комбинированная выработка теплоты и электрической энергии. (ПКС-2)
48. Промежуточный перегрев пара. Оптимальные параметры пара, отводимого на промперегрев. Обоснование целесообразности применения второго промперегрева. Регенеративный подогрев питательной воды(ПКС-2).
49. Принципиальные тепловые схемы турбоустановок ТЭС, ТЭЦ и АЭС. Тепловые циклы турбинных установок. Типы турбин ТЭС, ТЭЦ, АЭС. (ПКС-2)

#### 4.1.2. Средства для индивидуализации выполнения, контроля фиксированных видов ВАРО

##### 4.1.2.1. Выполнение и сдача расчетно- графической работы (РГР)

###### *Место РГР в структуре дисциплины (модуля)*

Разделы дисциплины, освоение которых обучающимися сопровождается или завершается выполнением РГР, контрольной работой		Компетенции, формирование/развитие которых обеспечивается в ходе выполнения РГР
№	Наименование	
1	2	3
1.3	Термодинамические циклы. Введение в локально-равновесную термодинамику.	ПКС-2
2.1	Законы теплообмена. Понятие локального равновесия в теплообмене.	ПКС-2
3.2	Котельные установки. Паровые и газовые турбины	ПКС-2
3.3	Теплоэнергетическое оборудование ТЭС. Тепловые схемы производственно-отопительных котельных.	ПКС-2

###### Перечень примерных тем РГР

- Расчет системы теплоснабжения объекта;

###### 4.1.2.2 Перечень заданий для контрольных работ обучающихся заочной формы обучения

- Расчет системы теплоснабжения объекта;

###### Критерии оценивания:

- правильность формулировки и использования понятий и категорий;
- правильность выполнения заданий/ решения задач;
- аккуратность оформления работы и др.

## Шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Полное раскрытие темы, указание точных названий и определений, правильная формулировка понятий и категорий, приведены все необходимые формулы, соответствующая статистика и т.п., все задания выполнены верно (все задачи решены правильно), работа выполнена аккуратно, без помарок.
71-85 баллов «хорошо»	Недостаточно полное раскрытие темы, одна-две несущественные ошибки в определении понятий и категорий, в формулах, статистических данных и т. п., кардинально не меняющие суть изложения, наличие незначительного количества грамматических и стилистических ошибок, одна-две несущественные погрешности при выполнении заданий или в решениях задач. Работа выполнена аккуратно.
56-70 баллов «удовлетворительно»	Ответ отражает лишь общее направление изложения лекционного материала, наличие более двух несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п.; большое количество грамматических и стилистических ошибок, одна-две существенные ошибки при выполнении заданий или в решениях задач. Работа выполнена небрежно.
Менее 56 баллов «неудовлетворительно»	Обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Тема не раскрыта, более двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, в формулах, статистических данных, при выполнении заданий или в решениях задач, наличие грамматических и стилистических ошибок и др. Нет ответа. Не было попытки выполнить задание.

## 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### 5.2. Критерии оценки к зачету с оценкой

*зачет /оценка «отлично» (86-100 баллов)* ставится обучающемуся, обнаружившему систематические и глубокие знания учебно-программного материала, умения свободно выполнять задания, предусмотренные программой в типовой ситуации (с ограничением времени) и в нетиповой ситуации, знакомство с основной и дополнительной литературой, усвоение взаимосвязи основных понятий дисциплины в их значении приобретаемой специальности и проявившему творческие способности и самостоятельность в приобретении знаний.

*зачет /оценка «хорошо» (71-85 баллов)* ставится обучающемуся, обнаружившему полное знание учебно-программного материала, успешное выполнение заданий, предусмотренных программой в типовой ситуации (с ограничением времени), усвоение материалов основной литературы, рекомендованной в программе, способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей работы над литературой и в профессиональной деятельности.

*зачет /оценка «удовлетворительно» (56-70 баллов)* ставится обучающемуся, обнаружившему знание основного учебно-программного материала в объеме, достаточном для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, знакомство с основной литературой, рекомендованной программой, умение выполнять задания, предусмотренные программой.

*незачет /оценка «неудовлетворительно» (менее 56 баллов)* ставится обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, слабые побуждения к самостоятельной работе над рекомендованной основной литературой. Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании академии без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 6. Оценочные материалы для организации текущего контроля успеваемости обучающихся

Форма, система оценивания, порядок проведения и организация *текущего контроля успеваемости* обучающихся устанавливаются Положением об организации текущего контроля успеваемости обучающихся.

### 6.1 Комплект вопросов для проведения устных опросов

1. Основные понятия технической термодинамики: термодинамическая система, энергия, работа, единица измерения.
2. Основные параметры состояния рабочего тела, единицы измерения.
3. Внутренняя энергия и энтальпия как функция состояния.
4. Работа изменения объема рабочего тела.

5. Первый закон термодинамики.
6. Уравнения состояния идеальных газов.
7. Основные законы идеальных газов.
8. Смеси идеальных газов. Закон Дальтона.
9. Теплоемкость идеальных газов. Уравнение Майера.
10. Изохорный процесс идеальных газов.
11. Изотермический процесс идеальных газов.
12. Изобарный процесс идеальных газов.
13. Адиабатный процесс идеальных газов.
14. Политропные процессы идеальных газов.
15. Термодинамическая обратимость. Оценка эффективности циклов.
16. Основные формулировки второго закона термодинамики.
17. Цикл Карно.
18. Энтропия. Физический смысл энтропии. Уравнение Гуи-Стодола.
19. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
20. Водяной пар: основные понятия и определения.
21. Парообразование в PV-диаграмме.
22. IS-диаграмма водяного пара.
23. Влажный воздух. Относительная влажность воздуха. Температура точки росы. Id-диаграмма влажного воздуха.
24. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Техническая работа потока.
25. Истечение газов через сопла.
26. Перечислите основные типы стационарных паровых турбин, укажите их назначение, основные характеристики и особенности конструкции.
27. Объясните, как вы понимаете термин "турбинная ступень".
28. Нарисуйте принципиальную схему простейшей теплоэнергетической установки.
29. Изобразите на T-s диаграмме идеальный цикл Ренкина для турбоустановок использующих перегретый пар.
30. Сделайте вывод формулы абсолютного (термического) КПД для идеального цикла Ренкина  $\eta_t$ .
31. Изобразите на T-s диаграмме действительный цикл Ренкина для турбоустановок, использующих перегретый пар.
32. Как влияет давление свежего пара на работу турбоустановки?
33. Объясните влияние температуры свежего пара на работу турбоустановки.
34. Как влияет конечное давление на работу турбоустановки?
35. Поясните сущность комбинированной выработки теплоты и электроэнергии.
36. Изобразите в T-s диаграмме цикл работы идеальной турбоустановки с промежуточным перегревом пара.
37. Изобразите в h-s диаграмме процесс расширения пара в проточной части турбоагрегата с промежуточным перегревом пара.
38. Сделайте вывод формулы абсолютного КПД идеального цикла для турбоагрегата с промежуточным перегревом пара.
39. Как можно определить оптимальную температуру пара для отвода на промежуточный перегрев?
40. Объясните, почему турбины повышенного и сверхкритического давления выполняются с промежуточным перегревом пара?
41. Какой подогрев питательной воды называется регенеративным?
42. Нарисуйте принципиальную схему турбоустановки с одной ступенью регенеративного подогрева питательной воды (РППВ).
43. Какие типы подогревателей используются в системе РППВ?
44. Запишите и поясните формулу для расчета термического КПД конденсационной турбоустановки с n-количеством регенеративных отборов.
45. Объясните, от каких факторов зависит эффект системы регенеративного подогрева питательной воды.
46. Как можно рассчитать эффективность регенерации?
47. Используя T-s диаграмму, поясните влияние начальных параметров пара, конечных параметров пара, промперегрева и регенеративного подогрева питательной воды на экономичность турбинной установки.
48. Расскажите основные положения методики расчета тепловой схемы турбоустановки.

**Критерии оценивания:**

– правильность ответа по содержанию вопроса (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

### Шкала оценивания

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Обучающийся полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно
71-85 баллов «хорошо»	Обучающийся достаточно полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно. Допускает 1-2 ошибки, исправленные с помощью наводящих вопросов
56-70 баллов «удовлетворительно»	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений заданного вопроса, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки
менее 56 баллов «неудовлетворительно»	Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Отмечаются недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом

### 6.2. Кейс-задачи

Кейс-задача 1. Теплоизоляционная стенка состоит из двух листов определённого материала толщиной  $\delta_c$  каждый. Между листами находится слой сухого неподвижного воздуха при давлении  $1,013 \cdot 10^5$  Па толщиной  $\delta_b$  со средней температурой  $t_b$ . Площадь поверхности стенки  $F$ . Определить потерю теплоты теплопроводностью через стенку, если разность температур на внешних поверхностях стенки  $\Delta t$ . Данные для решения взять из таблицы 1.1.

Таблица 1. - Данные к кейс-задаче 1

№	Материал	$\delta_c$ , мм	$\delta_b$ , мм	$t_b$ , °C	$F$ , дм <sup>2</sup>	$\Delta t$ , °C
1	Стекло	5,0	1	85	8,4	100
2	Алюминий	3,5	2	80	7,8	90
3	Латунь	4,8	3	75	13,5	80
4	Сталь углеродистая	1,3	4	55	9,5	70
5	Титан	2,8	5	50	5,2	60
6	Сталь нержавеющая	2,2	6	45	13,2	50
7	Медь	3,7	7	40	11,5	25
8	Стекло	2,5	8	35	7,0	40
9	Алюминий	6,4	9	30	10,8	55
10	Латунь	3,6	10	25	24,3	65
11	Сталь углеродистая	0,6	11	20	6,6	75
12	Титан	1,7	12	15	13,2	85
13	Сталь нержавеющая	3,2	13	10	17,4	95
14	Медь	4,1	14	5	15,5	110
15	Стекло	3,0	15	0	20,2	120

Кейс-задача 2. Газопровод с внешним диаметром  $d$  и температурой на наружной поверхности  $t_1$  покрывается слоем минеральной ваты толщиной  $\delta_{из}$ . Найти скорость потери теплоты газопроводом длиной  $l$ , если температура на наружной поверхности изоляции  $t_2$ . Данные для решения взять из таблицы 2.

Таблица 2.- Данные к кейс-задаче 2

№	$d$ , мм	$t_1$ , °C	$\delta_{из}$ , мм	$l$ , м	$t_2$ , °C
1	10	180	5	0,35	33
2	12	170	7,5	0,42	45
3	14	160	10	0,84	20
4	16	150	5	1,25	15

5	18	140	7,5	0,5	50
6	26	175	15	1,15	33
7	28	185	7,5	2,1	45
8	30	195	10	0,9	20
9	32	140	15	0,65	15
10	34	130	20	1,8	50
11	20	145	10	0,75	35
12	22	155	7,5	0,8	40
13	24	165	10	1,5	100
14	36	120	25	2,4	35
15	38	110	30	2,0	40

**Кейс-задача 3.** Труба с водой находится в среде с температурой  $t_1$ . Внезапно температура среды понижается до значения  $t_2$ . Через сколько времени вода в трубе начнёт замерзать, если внутренний диаметр трубы  $d$ , теплопроводность материала трубы  $\lambda$ , удельная теплоёмкость  $c$  и плотность  $\rho$ . Коэффициент теплоотдачи от трубы к среде  $\alpha$ . Определить количество теплоты, отданной с 1 м длины трубы за время охлаждения. Задачу условно рассмотреть как случай бесконечного сплошного цилиндра при  $Fo > 0,3$ . Данные для решения задачи взять из таблицы 3.

Таблица 3. - Данные к кейс-задаче 3

№	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$d, \text{мм}$	$\lambda, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	$c, \text{кДж/(кг}\cdot\text{К)}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\alpha, \text{Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$
1	13,3	-20	400×20	100	0,5	8900	50
2	15,6	-30	100×5	120	0,55	7800	150
3	18,4	-12	150×6	150	0,6	7900	80
4	10,5	-5	80×3	80	0,65	9100	45
5	32,0	-40	120×5	110	0,3	8300	96
6	19,2	-15	200×10	150	0,36	8100	65
7	10,0	-8	250×12	120	0,4	7500	70
8	5,5	-14	180×20	90	0,48	12300	100
9	2,8	-17	50×10	95	0,75	5500	90
10	20,3	-45	100×20	115	0,6	6000	35
11	24,0	-27	120×5	100	0,7	7100	80
12	35,5	-17	240×30	130	0,8	8200	48
13	32,0	-8	350×30	140	0,52	6300	73
14	28,4	-6	310×30	95	0,53	6900	105
15	25,1	-15	280×20	105	0,42	7600	87

**Кейс-задача 4.** Вал диаметром  $d$  и длиной  $l$  первоначально имеет температуру  $t_1$  и нагревается в печи, где температура  $t_2$ , а коэффициент теплоотдачи  $\alpha$ . Теплоемкость материала  $c$ , плотность  $\rho$ , теплопроводность  $\lambda$ . Найти температуру через время  $\tau$  после начала нагрева: а) в центре торца вала, б) в центре вала, в) на поверхности вала в середине его длины, г) на окружности торца. Определить количество теплоты, которая будет передана валу в печи за время нагрева. Данные для решения задачи взять из таблицы 4.

Таблица 4. – Данные к кейс-задаче 4

№	$d, \text{мм}$	$l, \text{мм}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$\alpha, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$	$c, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$	$\tau, \text{час}$
1	210	360	20	900	134	0,4	6500	20	1,2
2	150	250	15	1200	180	0,45	7800	15	0,5
3	100	300	0	850	95	0,38	7900	8	0,9
4	90	220	5	790	156	0,63	8300	35	1,4
5	180	150	25	820	122	0,74	7400	28	0,3
6	250	280	30	930	130	0,30	9200	22	0,8
7	350	410	20	1100	86	0,52	7100	18	0,6
8	320	500	50	1350	50	0,67	6800	10	1,5
9	120	180	40	640	90	0,45	7850	13	2,0
10	140	150	60	890	142	0,90	8500	40	1,4
11	54	120	75	990	165	0,75	7150	26	1,1
12	90	180	40	1020	170	0,58	7300	14	0,6
13	220	540	45	1300	110	0,61	8440	19	0,9
14	240	810	55	1150	100	0,38	9600	24	0,85
15	170	510	30	1240	95	0,49	11500	32	0,25

**Кейс-задача 5.** Температурное поле в длинном цилиндре диаметром  $d_{ц}$  исследуется по истечении времени  $\tau$  с помощью модели. Теплопроводность и температуропроводность материала цилиндра  $\lambda_{ц}$  и  $a_{ц}$ , материала модели  $\lambda_{м}$  и  $a_{м}$ . Найти диаметр модели и время, когда в модели следует измерять распределение температур. Принять коэффициент теплоотдачи для цилиндра  $\alpha_{ц}$  для модели  $\alpha_{м}$ . Данные для решения задачи взять из таблицы 5.

Таблица 5. – Данные к кейс-задаче 5.

№	$d_{ц}$ , мм	$\tau$ , мин	$\lambda_{ц}$ , $\frac{Вт}{м \cdot К}$	$\lambda_{м}$ , $\frac{Вт}{м \cdot К}$	$a_{ц}$ , $\frac{м^2}{с}$	$a_{м}$ , $\frac{м^2}{с}$	$\alpha_{ц}$ , $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	$\alpha_{м}$ , $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$
1	200	30; 60	15	4,0	$20 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	9,8	35
2	180	25; 60	18	3,0	$18 \cdot 10^{-4}$	$15 \cdot 10^{-4}$	6,4	42
3	160	20; 50	19	2,5	$16 \cdot 10^{-4}$	$13 \cdot 10^{-4}$	5,3	40
4	140	15; 30	22	6,0	$14 \cdot 10^{-4}$	$11 \cdot 10^{-4}$	12,6	38
5	120	10; 25	24	8,0	$12 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	11,5	36
6	450	50; 90	26	5,5	$10 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	10,2	34
7	430	45; 70	29	6,5	$30 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	16,4	32
8	390	40; 65	32	10,0	$28 \cdot 10^{-4}$	$14 \cdot 10^{-4}$	14,7	30
9	370	35; 80	10	2,0	$26 \cdot 10^{-4}$	$12 \cdot 10^{-4}$	13,3	28
10	350	30; 45	12	4,3	$24 \cdot 10^{-4}$	$10 \cdot 10^{-4}$	12,6	39
11	330	25; 50	14	3,5	$22 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	9,5	36
12	310	20; 55	16	5,0	$25 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$	8,4	33
13	290	15; 60	20	7,5	$23 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$	6,2	31
14	270	10; 35	25	12,5	$21 \cdot 10^{-4}$	$9,5 \cdot 10^{-4}$	7,8	29
15	250	25; 40	27	10,2	$19 \cdot 10^{-4}$	$6,5 \cdot 10^{-4}$	7,1	27

**Кейс-задача 6.** Теплоотдача в газопроводе исследовалась на модели. При этом были получены: коэффициенты теплоотдачи  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К) при скоростях воздуха  $u_1$  и  $u_2$ , м/с соответственно. Внутренний диаметр трубы модели  $d_{м}$ , мм на стенке трубы температура  $t_{с.м}$ , °С. Воздух имел температуру  $t_{ж.м}$ , °С при давлении  $1,013 \cdot 10^5$  Па. По данным испытаний на модели получить формулу вида  $Nu_d = C \cdot Re_d^n$  и указать пределы ее применимости по числу Re. Используя полученную формулу, найти для натурального газопровода тепловой поток, передаваемый пороховыми газами стенкам газопровода с внутренним диаметром  $d_{н}$ , мм и длиной  $l_{н}$ , м, если газы движутся со скоростью  $u_{н}$ , м/с и имеют температуры на выходе 800 °С, на входе 1000 °С при среднем давлении  $p_{н}$ , МПа. Температура стенок газопровода 300 °С. Данные для решения задачи взять из таблицы 6.

Таблица 6. – Данные к кейс-задаче 6

№	$\alpha_1$	$u_1$	$\alpha_2$	$u_2$	$d_{м}$	$t_{с.м}$	$t_{ж.м}$	$d_{н}$	$l_{н}$	$u_{н}$	$p_{н}$
1	42	4	138	16	14	30	70	56	2,2	10	5
2	40	3	160	22	12	35	72	60	1,8	14	10
3	38	4	153	21	10	40	74	64	1,6	18	14
4	36	5	145	19	20	45	76	80	1,5	5	25
5	34	6	141	16	18	50	78	90	1,4	7	8,5
6	32	3	132	15	8	20	80	96	2,0	9	30
7	30	4	120	14	19	25	82	100	2,4	11	24
8	54	5	112	13	17	30	84	17	0,3	13	18
9	52	6	105	18	100	35	86	40	0,9	15	8
10	50	3	98	20	110	40	50	36	0,8	17	6
11	48	4	145	23	120	45	55	32	0,7	5	4,5
12	46	5	140	25	130	50	60	28	0,6	2	13
13	44	6	135	19	140	22	62	24	0,5	4	14,5
14	42	3	130	15	150	24	64	20	0,4	3	22
15	40	4	125	13	160	28	66	16	0,3	6	16,2

**Критерии оценивания:**

- соответствие решения сформулированным в кейсе вопросам (адекватность проблеме);
- оригинальность подхода (новаторство, креативность);

- применимость решения на практике;
- глубина проработки проблемы (обоснованность решения, наличие альтернативных вариантов, прогнозирование возможных проблем, комплексность решения).

#### Шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Предложенное решение соответствует поставленной в кейс-задаче проблеме. Обучающийся применяет оригинальный подход к решению поставленной проблемы, демонстрирует высокий уровень теоретических знаний, анализ соответствующих источников. Формулировки кратки, ясны и точны. Ожидаемые результаты применения предложенного решения конкретны, измеримы и обоснованы
71-85 баллов «хорошо»	Предложенное решение соответствует поставленной в кейс-задаче проблеме. Обучающийся применяет в основном традиционный подход с элементами новаторства, частично подкрепленный анализом соответствующих источников, демонстрирует хороший уровень теоретических знаний. Формулировки недостаточно кратки, ясны и точны. Ожидаемые результаты
56-70 баллов «удовлетворительно»	Предложенное решение требует дополнительной конкретизации и обоснования, в целом соответствует поставленной в задаче проблеме. При решении поставленной проблемы обучающийся применяет традиционный подход, демонстрирует твердые знания по поставленной проблеме. Предложенное решение содержит ошибки, уверенно исправленные после наводящих вопросов
менее 56 баллов «неудовлетворительно»	Наличие грубых ошибок в решении ситуации, непонимание сущности рассматриваемой проблемы, неуверенность и неточность ответов после наводящих вопросов. Предложенное решение не обосновано и не применимо на практике

### 6.3. Дискуссионные вопросы

#### Тема: Теплообмен излучением. Расчет теплообменных аппаратов.

1. Применение и классификация теплообменных аппаратов.
2. Основные конструкции теплообменных аппаратов.
3. Кожухотрубные и секционные теплообменные аппараты. Конструкция и применение.
4. Пластинчатые теплообменники для жидких и газообразных теплоносителей. Конструкции и применение.
5. Змеевиковые, спиральные теплообменники. Их конструкции.
6. Характерные параметры теплоносителей в теплообменных аппаратах - скорости температуры, коэффициенты теплоотдачи.
7. Виды расчета теплообменных аппаратов - тепловой конструктивный, поверочный гидравлический и др.
8. Классификация и краткая характеристика основных методов расчета теплообменных аппаратов.
9. Определение тепловой нагрузки аппарата по градиенту температур теплоносителя на поверхности теплообмена.
10. Последовательность теплового, конструктивного и компоновочного расчета кожухотрубного теплообменника.

#### Тема: Котельные установки.

1. Общие сведения о котельных установках. Классификация и маркировка котлов.
2. Паровые котлы. Принципиальная схема парового котла.
3. Водогрейные котлы. Чугунные водогрейные котлы.
4. Тепловая схема водогрейной котельной.
5. Общие положения расчета тепловых схем котельных.
6. Особенности расчета тепловых схем водогрейных котельных

#### Критерии оценивания:

- теоретический уровень знаний;
- качество ответов на вопросы;
- подкрепление материалов фактическими данными (статистические данные или др.);
- практическая ценность материала;
- способность делать выводы;
- способность отстаивать собственную точку зрения;
- способность ориентироваться в представленном материале;
- степень участия в общей дискуссии.

#### Шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Обучающийся свободно владеет учебным материалом; проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления, публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации; материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; высказывать свою точку зрения
71-85 баллов «хорошо»	Ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «отлично», но при этом имеет один из недостатков: в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один – два недочета в формировании навыков публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации
56-70 баллов «удовлетворительно»	Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов. Обучающийся не может применить теорию в новой ситуации
менее 56 баллов «неудовлетворительно»	Не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы умения и навыки публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации

#### 6.4 Комплект тестовых заданий

1. По изменению какой из приведенных ниже величин можно судить о том, подводится теплота к рабочему телу или отводится от него?

- :a) Энтальпия
- :b) Температура.
- +:c) Энтропия
- :d) Удельный объем

2. Какая термодинамическая система называется изолированной?

- +:a) Система не обменивается с окружающей средой теплотой и механической работой
- :b) Система не обменивается с окружающей средой механической работой
- :c) Система не обменивается с окружающей средой любыми видами энергии
- :d) Система не обменивается с окружающей средой химической энергией и теплотой

3. По изменению какой из приведенных ниже величин можно определить знак работы?

- :a) Внутренняя энергия
- :b) Энтропия
- :c) Температура
- +:d) Удельный объем

4. Какое из приведенных ниже соотношений определяет содержание второго начала термодинамики?

- :a)  $ds = dq/T$
- :b)  $ds < dq/T$
- +:c)  $ds \geq dq/T$
- :d)  $ds \leq dq/T$

5. Какими из приведенных ниже соотношений определяется абсолютное давление? ( $B_0$  – барометрическое давление;  $p_{изб}$  – избыточное давление;  $H_0$  – разрежение).

- :a)  $H_0 + p_{изб}$ .
- +:b)  $B_0 + p_{изб}$ .
- :c)  $B_0 - p_{изб}$ .
- :d)  $p_{изб} - B_0$ .

6. В каком из процессов теплота равна изменению энтальпии?

- +:a) Изобарный
- :b) Изохорный
- :c) Адиабатный
- :d) Изотермический

7. Каким выражением определяется приращение внутренней энергии идеального газа  $du$ ?

- :a)  $T^*ds$
- :b)  $c_p^*dt$

- :c)  $p^* dv$
- +:d)  $c_v^* dt$

8. Каким выражением определяется элементарная работа расширения газа  $dl$ ?

- :a)  $T^* ds$
- :b)  $c_v^* dt$
- +:c)  $p^* dv$
- :d)  $c_p^* dt$

9. Что устанавливает закон Нернста?

- :a) При абсолютном нуле теплоемкость каждого вещества в отдельности равна нулю
- :b) При абсолютном нуле суммарная теплоемкость конденсированных веществ равна нулю.
- +:c) Вблизи абсолютного нуля максимальные работы и тепловые эффекты в реакциях, протекающих в конденсированных системах, равны
- :d) При абсолютном нуле энтропия конденсированных веществ равна нулю

11. Где расположена критическая точка в фазовой  $h_s$  – диаграмме

- :a) На пограничной кривой в точке максимума энтальпии
- :b) На правой ветви пограничной кривой
- +:c) На левой ветви пограничной кривой
- :d) На пограничной кривой в точке минимума энтальпии

12. Что такое степень сухости ( $x$ ) водяного пара?

- +:a) Отношение массы паровой фракции к общей массе влажного пара
- :b) Отношение массы паровой фракции к массе жидкой фракции
- :c) Отношение температуры пара к температуре насыщения
- :d) Масса паровой фракции в единице объема

13. Чему равна энтальпия  $h_x$  влажного насыщенного пара со степенью сухости  $x$ ?

- :a)  $h'$
- :b)  $h - rx$ .
- :c)  $rx$ .
- +:d)  $h' + rx$ .

14. Что такое влагосодержание воздуха  $d$ ?

- :a) Отношение массы водяного пара к массе влажного воздуха в данном объеме.
- :b) Масса водяного пара в данном объеме влажного воздуха
- +:c) Отношение массы водяного пара к массе сухого воздуха в смеси
- :d) Масса водяного пара в  $1 \text{ м}^3$  влажного воздуха

15. Что такое температура точки росы  $t_p$ ?

- :a) Температура насыщения при данном давлении
- +:b) Температура, при которой достигается относительная влажность при охлаждении воздуха
- :c) Температура смоченного термометра
- :d) Температура испаряющейся жидкости

16. Какое применение имеют сопла Лавала

- +:a) Получение струи газа со сверхзвуковой скоростью
- :b) Измерение скорости течения
- :c) Измерение расхода газа
- :d) Распыливание топлива в форсунках

17. Чему равна теоретическая скорость газа при адиабатном истечении через сопло?

- :a)  $[2(p_1 - p_2)]^{0,5}$
- :b)  $(2p_1/p_2)^{0,5}$
- :c)  $(2p_2/p_1)^{0,5}$

+:d)  $[2(h_1 - h_2)]^{0.5}$ .

18. Как меняется температура идеального газа при дросселировании?

- :a) Уменьшается
- :b) Увеличивается
- +:c) Остается неизменной
- :d) Колеблется около некоторого среднего значения

19. При каком процессе сжатия работа, затрачиваемая на привод компрессора, будет иметь наименьшее значение?

- :a) При адиабатном сжатии
- :b) При сжатии по политропе,  $k > n > 1$
- +:c) При изотермическом сжатии
- :d) При сжатии по политропе,  $n > k$

20. Как изменяется работа, затрачиваемая на привод многоступенчатого поршневого компрессора, с увеличением (при прочих равных условиях) числа ступеней сжатия?

- :a) Увеличивается
- :b) Однозначный ответ невозможен
- :c) Не изменяется
- +:d) Уменьшается

21. Для чего при высоких степенях сжатия газа применяются многоступенчатые компрессоры с охлаждением между ступенями?

- :a) Чтобы уменьшить нагрузку на подшипники
- :b) Чтобы уменьшить объемные потери
- +:c) Чтобы избежать недопустимо высоких температур газа
- :d) Чтобы повысить КПД компрессора

22. Почему цикл Карно называют циклом идеальной тепловой машины?

- +:a) Цикл Карно обеспечивает наивысший термический КПД при заданных температурах подвода и отвода теплоты.
- :b) Машина, работающая по циклу Карно, не загрязняет окружающую среду
- :c) При повышении цикла Карно параметры рабочего тела возвращаются к исходным значениям
- :d) Машина, работающая по циклу Карно, имеет наименьшие массу и габариты

23. Чем ограничивается степень сжатия  $\epsilon$  в карбюраторных ДВС?

- :a) Мощностью стартера
- :b) Самовоспламенением горючей смеси
- :c) Отказами системы зажигания
- +:d) Нагрузкой на кривошипно-шатунный механизм

24. Чем ограничивается степень повышения давления в газотурбинных установках (ГТУ)?

- :a) Нагрузкой на подшипники
- :b) Потерями энергии в компрессоре
- +:c) Пределом текучести лопаток турбины при высоких температурах
- :d) Увеличением шума

25. Для чего применяется регенерация теплоты в ГТУ?

- :a) Для улучшения массогабаритных показателей
- +:b) Для повышения термического КПД
- :c) Для уменьшения вредных выбросов в атмосферу
- :d) Для снижения степени сжатия в компрессоре

26. В чем преимущество дизельного двигателя перед ГТУ?

- +:a) У дизеля выше КПД.
- :b) Дешевле изготовление
- :c) Дешевле топливо
- :d) Проще в обслуживании

27. Как изменяются термический КПД цикла Ренкина и влажность пара на выходе из турбины с ростом давления пара перед турбиной (при прочих равных условиях)?

- :a) КПД цикла увеличивается, влажность пара уменьшается
- :b) КПД циклы и влажность пара уменьшаются
- :c) КПД цикла уменьшается, влажность пара увеличивается
- +:d) КПД цикла и влажность пара увеличиваются

28. Как изменяется термический КПД цикла Ренкина при повышении давления в конденсаторе?

- :a) Не изменяется
- :b) Колеблется около некоторого среднего значения
- +:c) Уменьшается
- :d) Увеличивается

29. Какую выгоду дает применение ПТУ с комбинированной выработкой электрической и тепловой энергии на ТЭЦ?

- :a) Возможность использовать более дешевое топливо
- :b) Уменьшение затрат на оборудование
- +:c) Повышение степени использования теплоты
- :d) Упрощение обслуживания

30. Что дает регенеративный подогрев питательной воды в ПТУ?

- :a) Уменьшение затрат на оборудование
- :b) Уменьшение эрозионного износа лопаток турбины
- :c) Уменьшение расхода пара на выработку 1 кВт.ч. мощности
- +:d) Повышение термического КПД цикла

31. Почему термический КПД атомных ПТУ ниже, чем в установочных на органическом топливе?

- :a) Больше затрачивается энергии на собственные нужды
- :b) Турбины имеют меньше ступеней
- +:c) В атомных установках острый пар – насыщенный с более низкими пара- метрами
- :d) Выше давление в конденсаторе

32. Выберите определение понятия «прямой цикл».

- +:a) Цикл, в котором линия расширения расположена выше линии сжатия
- :b) Цикл, в котором линия расширения расположена ниже линии сжатия
- :c) Цикл, в котором линии расширения и сжатия совпадают
- :d) Цикл, в котором линия подвода теплоты расположена ниже линии отвода теплоты

33. В закрытом сосуде находится идеальный газ при избыточном давлении  $p_1 = 0,02$  МПа при температуре 400 °С. До какой температуры (°С) нужно его охладить, чтобы в сосуде установилось разрежение  $p_2 = 0,03$  МПа. Барометрическое давление 0,1 МПа.

- :a) 233
- :b) 176
- :c) 267
- +:d) 120

34. Выберите наиболее полное определение понятия «идеальный газ»

- :a) Состояние реального вещества, в котором можно пренебречь размерами молекул
- :b) Состояние реального вещества, в котором можно пренебречь силами взаимодействия между молекулами
- +:c) Состояние реального вещества, в котором можно пренебречь размерами молекул и силами взаимодействия между ними
- :d) Состояние реального вещества, в котором не существенно влияние вращательного, колебательного и поступательного движения молекул

35. Как меняется энтальпия идеального газа при дросселировании

- :a) Уменьшается
- +:b) Остается неизменной
- :c) Увеличивается
- :d) Колеблется около некоторого среднего значения

36. Идеальный газ, занимающий объем 0,05 м<sup>3</sup>, при давлении 0,1 МПа сжимается изотермически

до половины объема. Определите количество теплоты (кДж) процесса.

- +:a) 3,47
- .b) -3,47
- .c) -34,7
- .d) -1,73

37. Масса идеального газа при неизменных температуре и плотности увеличивается вдвое. Что при этом произойдет с давлением?

- .a) Увеличится в 2 раза
- .b) Уменьшится в 2 раза
- .c) Уменьшится в 4 раза
- +:d) Не изменится

38. Какими свойствами обладает внутренняя энергия идеального газа?

- .a) Зависит от давления, не зависит от объема
- .b) Не зависит от давления и температуры
- +:c) Зависит от объема и температуры
- .d) Не зависит от объема и температуры

39. Как работает тепловой насос?

- .a) Теплота, отнятая от окружающей среды, аккумулируется в баке с водой
- .b) Окружающая среда (воздух, вода) непосредственно подается насосом для отопителя
- +:c) Теплота окружающей среды с низкой температурой повышается, за счет затраты механической энергии, до уровня пригодного для отопления

40. На каком принципе работает тепловая труба?

- +:a) Герметичная труба с теплоносителем внутри, движение которого осуществляется под действием капиллярных сил при нагревании одного конца трубы
- .b) Труба открыта с одного конца и заполнена теплоносителем
- .c) Труба открыта с обеих сторон, по которой прокачивается горячий теплоноситель

41. Что является рабочим телом в газовых турбинах:

- а) пар,
- б) газ,
- в) продукты сгорания топлива?

42. К статору турбины относят:

- а) рабочие лопатки,
- б) сопловые лопатки,
- в) вал?

43. К ротору турбины относят:

- а) корпус,
- б) сопловые лопатки,
- в) вал?

44. Какой тип паровых турбин предназначен для выработки только электрической энергии:

- а) конденсационные,
- б) теплофикационные?

45. Какой из типов турбин рассчитан на работу без конденсатора:

- а) противодавленческий,
- б) конденсационный,
- в) теплофикационный?

46. Паровая турбина типа ПТ предполагает наличие:

- а) производственного отбора пара,
- б) производственного и теплофикационного отборов пара
- в) двух теплофикационных отборов пара?

47. Канал, скорость течения в котором увеличивается при скоростях, меньших скоростях звука, называется

- а) конфузуром,
- б) диффузором,
- в) улитка?

48. По какому циклу работает паросиловая установка с полной конденсацией отработавшего пара:

- а) Ренкина,
- б) Карно,
- в) Дальтона?

49. Частота вращения паровых турбин на электростанциях России составляет:

- а) 2000 об/мин,  
 б) 3000 об/мин,  
 в) 4000 об/мин?
50. Действительную работу, которую совершает 1 кг пара в турбине называют:  
 а) использованным теплоперепадом турбины,  
 б) КПД турбины,  
 в) мощностью турбины?
61. Самые высокие тепловые потери в конденсационных турбинах происходят в:  
 а) ступенях турбины,  
 б) стопорно-регулирующих клапанах,  
 в) конденсаторе?
62. Значение оптимальной влажности пара на выходе из последних ступеней паровых турбин составляет:  
 а) 1-2%,  
 б) 10-12%,  
 в) 50-60%?
63. Для уменьшения влажности пара на выходе из последних ступеней турбин применяют:  
 а) промежуточный перегрев пара,  
 б) регенеративный подогрев питательной воды?
64. Какой из элементов не входит в газотурбинную установку:  
 а) конденсатор,  
 б) камера сгорания,  
 в) компрессор?
65. Какому процессу соответствует процесс сжатия воздуха в компрессоре ГТУ:  
 а) адиабатному,  
 б) изобарному,  
 в) изотермическому?
66. Зависит ли мощность паровой турбины от давления в конденсаторе?  
 а) да,  
 б) нет
67. Зависит ли мощность газовой турбины от температуры продуктов сгорания топлива на входе в турбину:  
 а) да,  
 б) нет
68. Что такое сопловая решетка турбинных ступеней:  
 а) совокупность направляющих лопаток ступени, установленных в статоре турбины,  
 б) совокупность направляющих лопаток ступени, установленных на роторе турбины,  
 в) совокупность рабочих лопаток ступени, установленных в статоре турбины,
69. Что такое рабочая решетка турбинных ступеней:  
 а) совокупность направляющих лопаток ступени, установленных в статоре турбины,  
 б) совокупность направляющих лопаток ступени, установленных на роторе турбины,  
 в) совокупность рабочих лопаток ступени, установленных на роторе турбины?
70. Степень реактивности ступени, равная 0,1 соответствует:  
 а) активной ступени,  
 б) реактивной ступени,  
 в) активно-реактивной ступени?

### Критерии оценивания

- отношение правильно выполненных заданий к общему их количеству

### Шкала оценивания

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично»	Выполнено 86-100% заданий
71-85 баллов «хорошо»	Выполнено 71-85% заданий
56-70 баллов «удовлетворительно»	Выполнено 56-70% заданий
0-55 баллов «неудовлетворительно»	Выполнено 0-56% заданий

### 6.5. Темы рефератов

1. Парогазовые теплофикационные установки
2. Внедрение парогазовых турбин в энергосистему
3. Теплофикация теплоэлектроцентралей (ТЭЦ)
4. Расчет принципиальной тепловой схемы паротурбинной установки типа Т-100-130
5. Технология производства турбин
6. Газовые турбины энергетических ГТУ
7. Камеры сгорания энергетических ГТУ
8. Камеры дожигания топлива в среде выходных газов ГТУ
9. Характеристики многоступенчатых осевых компрессоров. Режимы работы
10. Эксплуатация энергетических газотурбинных установок
11. Режимы работы энергетических ГТУ
12. Системы автоматического регулирования и управления работой энергетических ГТУ
13. Парогазовая технология на пылеугольных электростанциях
14. Парогазовые установки сбросного типа
15. Тепловые схемы, термодинамические циклы и характеристики газотурбинных установок.
16. Активные и реактивные турбины
17. Современные конденсационные паровые турбины
18. Достижение в науке и технике в строительстве паровых турбин;
19. История изобретения паровой турбины;
20. Принцип образования пара в паровых котлах;

#### Критерии оценивания

- полнота раскрытия темы;
- степень владения понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины;
- знание фактического материала, отсутствие фактических ошибок;
- умение логически выстроить материал ответа;
- умение аргументировать предложенные подходы и решения, сделанные выводы;
- степень самостоятельности, грамотности, оригинальности в представлении материала (стилистические обороты, манера изложения, словарный запас, отсутствие или наличие грамматических ошибок);
- выполнение требований к оформлению работы.

#### Шкала оценивания:

Баллы для учета в рейтинге (оценка)	Степень удовлетворения критериям
86-100 баллов «отлично».	Содержание работы в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано знание фактического материала, отсутствуют ошибки. Продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Ответ четко структурирован и выстроен в заданной логике. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем ответа укладывается в заданные рамки при сохранении смысла.
72-85 баллов «хорошо».	Содержание ответа в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано знание фактического материала, встречаются несущественные фактические ошибки. Продемонстрировано владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Ответ в достаточной степени структурирован и выстроен в заданной логике без нарушений общего смысла. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем ответа незначительно превышает заданные рамки при сохранении смысла.
57-71 баллов «удовлетворительно».	Содержание работы в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано удовлетворительное знание фактического материала, есть фактические ошибки (25–30%). Продемонстрировано достаточное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, есть ошибки в употреблении и трактовке терминов, расшифровке аббревиатур. Ошибки в использовании категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Ответ плохо структурирован, нарушена заданная логика. Части ответа логически разорваны, нет связей между ними. Ошибки в представлении логической структуры проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем ответа в существенной степени (на 25–30%) отклоняется от заданных рамок.

<p>0-56 баллов «неудовлетворительно».</p>	<p>Содержание ответа не соответствует теме задания или соответствует ему в очень малой степени.</p> <p>Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (неуместность употребления, неверные аббревиатуры, искаженное толкование и т.д.), присутствуют многочисленные ошибки в употреблении терминов.</p> <p>Продемонстрировано крайне низкое (отрывочное) знание фактического материала, много фактических ошибок – практически все факты (данные) либо искажены, либо неверны.</p> <p>Ответ представляет собой сплошной текст без структурирования, нарушена заданная логика. Части ответа не взаимосвязаны логически. Нарушена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем ответа более чем в 2 раза меньше или превышает заданный. Показаны неверные ассоциативные взаимосвязи категорий и терминов дисциплины.</p>
---	---

### 6.6. Вопросы для составления конспектов

1. Определение понятия «топливо». Общая классификация топлива.
2. Топливный баланс страны и перспективы его развития. Резервы экономии органического топлива.
3. Происхождение основных видов ископаемого топлива.
4. Состав горючей массы топлива.
5. Балластирующие компоненты топлива.
6. Расчётные массы топлива.
7. Выход летучих веществ и получение кокса.
8. Теплота сгорания топлива. Методы её определения.
9. Условное топливо. Приведённые характеристики.
10. Классификация углей.
11. Способы получения искусственного твёрдого топлива.
12. Нефть и нефтепродукты.
13. Мазут.
14. Основные виды газообразного топлива.
15. Теоретический расход воздуха.
16. Коэффициент избытка воздуха.
17. Объем продуктов сгорания.
18. Расчёт неполного горения.
19. Температура горения топлива.
20. Энтальпия продуктов сгорания. h-t диаграмма.

#### Критерии оценки:

- умение самостоятельно работать с дополнительной литературой для более полного освоения курса;
- выполнение всех заданий;
- уровень освоения учебного материала;
- уровень умения использовать теоретические знания при выполнении заданий;
- уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения материала;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- уровень умения ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- уровень умения четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- уровень умения определить, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- уровень умения сформулировать собственную позицию, оценку и аргументировать ее.

#### Шкала оценивания:

Отлично (86-100 баллов)	Выполнены все задания, обучающийся четко и без ошибок раскрыл тему, ответил на все вопросы
Хорошо (71-85 баллов)	Выполнены все задания обучающийся раскрыл тему, ответил на все вопросы, с незначительными замечаниями
Удовлетворительно (56-70 баллов)	Выполнены все задания обучающийся раскрыл тему не полностью, ответил на все вопросы, замечаниями
Неудовлетворительно (менее 56 баллов)	Обучающийся не выполнил или выполнил неправильно задания; ответил на вопросы, с ошибками или не ответил на вопросы