

**АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Направление подготовки: **26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры»**

(шифр и наименование направления)

Направленность (профиль) программы **«Технология производства судов и судового оборудования»**

Квалификация (степень): **бакалавр**

1. Цели, задачи и результаты освоения дисциплины, ее место в структуре основной образовательной программы

1.1 Цели и задачи дисциплины

Цели:

- изучение фундаментальных законов о свойствах газообразных макроскопических систем - термодинамических систем (рабочих тел) в состоянии равновесия и о процессах изменения состояния (термодинамических процессов) на основе эквивалентного преобразования энергии; изучение термодинамических принципов работы машин для взаимного преобразования тепловой и механической видов энергии,

- изучение законов природы о распространении тепловой энергии и способах ее передачи; изучение принципов работы устройств для передачи тепловой энергии.

Задачи:

- получение знаний, развитие у обучающихся умения и приобретение навыков расчетных и экспериментальных исследований тепловых процессов, устройствах и аппаратах для передачи теплоты, на объектах, находящихся в тепловом взаимодействии с окружающей средой;

- использование знаний, умений, навыков в профессиональной деятельности для обоснования конкретных технических решений, при эксплуатации объектов морской инфраструктуры.

1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Категория	Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	
Основы инженерных знаний	ОПК-4 Способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи	знать	<i>ИОПК – 4.1.1</i> основные понятия, законы, методы термодинамики, способы, условия и законы передачи теплоты; основные термодинамические процессы, теоретические основы преобразования тепловой и механической энергии. <i>ИОПК – 4.1.2</i> принципы работы, показатели и методы оценки эффективности энергетических машин (тепловых двигателей, холодильных и теплонасосных установок, компрессоров), теплообменных аппаратов.
		уметь	<i>ИОПК – 4.2.1</i> выполнять теоретические исследования термодинамических процессов и термодинамических циклов, выполнять расчеты показателей работы тепловых машин и устройств, передающих теплоту (тепловых поршневых двигателей, компрессоров, воздушной холодильной установки, теплообменных аппаратов) с применением прикладных программных средств. <i>ИОПК – 4.2.2</i> проводить экспериментальное определение термических параметров рабочих тел с использованием цифровых регистрирующих систем.
		владеть	<i>ИОПК - 4.3.1.</i> навыками решения тепловых задач в проектной деятельности при создании и эксплуатации объектов морской инфраструктуры, том числе в нетипичных ситуациях; <i>ИОПК - 4.3.2</i> методами и навыками теоретического и эксперимен-

			тального исследования тепловых процессов с использованием цифровых регистрирующих систем. <i>ИПК – 4.3.3</i> навыками представления результатов расчетов и обоснования конкретных решений с применением электронных цифровых ресурсов, комплексно применяя знания и умения (в том числе в нетипичных ситуациях) для создания и эксплуатации объектов морской инфраструктуры.
--	--	--	--

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина опирается на знания, умения и навыки, приобретенные при освоении ранее изученных дисциплин: физика, математика, гидравлика, информатика, основы инженерного проектирования, материаловедение и используется при изучении дисциплин: судовые энергетические установки, общесудовые системы, судовое главное и вспомогательное энергетическое оборудование, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

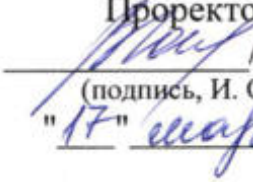
2.2 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам аудиторных занятий

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час.			
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Всего аудиторных занятий
	Семестр 6				
1	Техническая термодинамика	14	4	10	28
2	Теплопередача	10	4	6	20
...					
	Всего в семестре 6_	24	8	16	48
	Итого	24	8	16	48

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Ярославский государственный технический университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор ЯГТУ

 /Голкина В.А./

(подпись, И. О. Фамилия)

"17" марта 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Направление подготовки: **26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и систе-
мотехника объектов морской инфраструктуры»**

(шифр и наименование направления)

Направленность (профиль) программы **«Технология производства судов и судо-
вого оборудования»**

Квалификация: **бакалавр**

Блок программы: **Дисциплины (модули)**

Часть программы: **элективные дисциплины**

(обязательная, формируемая участниками образовательных отношений, элективные дисциплины)

Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Семестр(ы) **6**

Институт (обеспечивающий) **инженерии и машиностроения**

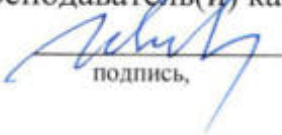
Кафедра **Двигатели внутреннего сгорания**

Институт (выпускающий) **инженерии и машиностроения**

Ярославль 2022

Реквизиты рабочей программы

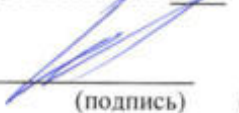
Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавра, а также в соответствии
(бакалавра, специалиста, магистра)
с рабочим учебным планом (регистрационный номер 26.03.02 ТПС - Б – 2022).

Программу разработал(и) преподаватель(и) кафедры
к.т.н., доцент
(ученая степень, должность,  /А.А. Ивнев/
подпись, расшифровка подписи)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании кафедры «Двигатели внутреннего сгорания»
(кафедра-разработчик)

"14" 03 2022 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой  /Павлов А.А./
(подпись) (расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой  Гуданов И.С.
(подпись) (расшифровка подписи)

"14" 03 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой  Павлов А.А.
(подпись) (расшифровка подписи)

"17" 03 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой  Побегалова Е.О.
(подпись) (расшифровка подписи)

"17" 03 2022 г.

Директор института  В.А. Иванова
(подпись) (расшифровка подписи)

"17" 03 2022 г.

Регистрационный код программы 7711

Отдел контроля и мониторинга учебного процесса ЯГТУ
 /Великий С.Ю.
(подпись) (расшифровка подписи)

1. Цели, задачи и результаты освоения дисциплины, ее место в структуре основной образовательной программы

1.1 Цели и задачи дисциплины

Цели:

- изучение фундаментальных законов о свойствах газообразных макроскопических систем - термодинамических систем (рабочих тел) в состоянии равновесия и о процессах изменения состояния (термодинамических процессов) на основе эквивалентного преобразования энергии; изучение термодинамических принципов работы машин для взаимного преобразования тепловой и механической видов энергии,

- изучение законов природы о распространении тепловой энергии и способах ее передачи; изучение принципов работы устройств для передачи тепловой энергии.

Задачи:

- получение знаний, развитие у обучающихся умения и приобретение навыков расчетных и экспериментальных исследований тепловых процессов, устройств и аппаратах для передачи теплоты, на объектах, находящихся в тепловом взаимодействии с окружающей средой;

- использование знаний, умений, навыков в профессиональной деятельности для обоснования конкретных технических решений, при эксплуатации объектов морской инфраструктуры.

1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Категория	Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	
Основы инженерных знаний	ОПК-4 Способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи	знать	<i>ИОПК – 4.1.1</i> основные понятия, законы, методы термодинамики, способы, условия и законы передачи теплоты; основные термодинамические процессы, теоретические основы преобразования тепловой и механической энергии. <i>ИОПК – 4.1.2</i> принципы работы, показатели и методы оценки эффективности энергетических машин (тепловых двигателей, холодильных и теплонасосных установок, компрессоров), теплообменных аппаратов.
		уметь	<i>ИОПК – 4.2.1</i> выполнять теоретические исследования термодинамиче-

			ских процессов и термодинамических циклов, выполнять расчеты показателей работы тепловых машин и устройств, передающих теплоту (тепловых поршневых двигателей, компрессоров, воздушной холодильной установки, теплообменных аппаратов) с применением прикладных программных средств. <i>ИОПК – 4.2.2</i> проводить экспериментальное определение термических параметров рабочих тел с использованием цифровых регистрирующих систем.
		владеть	<i>ИОПК - 4.3.1.</i> навыками решения тепловых задач в проектной деятельности при создании и эксплуатации объектов морской инфраструктуры, том числе в нетипичных ситуациях; <i>ИОПК - 4.3.2</i> методами и навыками теоретического и экспериментального исследования тепловых процессов с использованием цифровых регистрирующих систем. <i>ИПК – 4.3.3</i> навыками представления результатов расчетов и обоснования конкретных решений с применением электронных цифровых ресурсов, комплексно применяя знания и умения (в том числе в нетипичных ситуациях) для создания и эксплуатации объектов морской инфраструктуры.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина опирается на знания, умения и навыки, приобретенные при освоении ранее изученных дисциплин: физика, математика, гидравлика, информатика, основы инженерного проектирования, материаловедение и используется при изучении дисциплин: судовые энергетические установки, общесудовые системы, судовое главное и вспомогательное энергетическое оборудование, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

2. Содержание дисциплины

2.1 Распределение общей трудоемкости дисциплины по семестрам, видам занятий и формам контроля¹

Общие сведения				Форма контроля					Контактная работа с преподавателем, час.			Аудиторная работа				Самостоятельная работа, час.		
Курс	Семестр	ЗЕТ (зачетные единицы)	Всего, часов (недель для практики)	Экзамен	Зачет	Курс. проект	Курс. работа	РЗ, РГР, реф., контр. работа	Всего контактной работы	Инд. работа с преподавателем	Экзамен, включая консультации	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к экзамену	Текущая самостоятельная работа
3	5	3	108	+	-	-	-	+	50	2	-	48	24	16	8	58	-	58

2.2 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам аудиторных занятий

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час.			
		Лекции	Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	Всего ауди- торных занятий
	Семестр 6				
1	Техническая термодинамика	14	4	10	28
2	Теплопередача	10	4	6	20
...					
	Всего в семестре 6__	24	8	16	48
	Итого	24	8	16	48

¹ Таблица 2.1 заполняется в соответствии с учебным планом

2.3 Матрица соответствия разделов дисциплины и осваиваемых компетенций

Шифр компетенции по ФГОС/матрице компетенций	Содержание компетенции	Номер раздела или темы	
		1	2
ОПК-4	Способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи	+	+

2.4 Содержание лекционных занятий

Номер раздела и темы	Содержание	Трудоемкость, час	
		Лекционных занятий	Самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения)*
	Семестр 6		
1	Техническая термодинамика		
1.1	Понятие о об энергетических ресурсах. Основные понятия: термодинамическая система, рабочее тело, идеальный газ, равновесное состояния. Параметры состояния. Уравнение состояния. Газовая постоянная. Понятие о термодинамическом процессе. Внутренняя энергия. Теплота. Работа расширения, располагаемая и техническая. Энтальпия. Первое начало термодинамики. Теплоемкость идеальных газов: определение, виды, зависимость от температуры, уравнение Майера.	2	
1.2	Процессы идеальных газов. Изображение процессов в p, v -системе координат. Понятие об энтропии. Изображение процессов идеальных газов в T, s -системе координат. Анализ политропных процессов. Взаимосвязь параметров, определение теплоты, работы, внутренней энергии, энтальпии, энтропии	2	

Номер раздела и темы	Содержание	Трудоемкость, час	
		Лекционных занятий	Самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения)*
1.3	Понятия о прямых и обратных термодинамических циклах, термическом КПД, среднем давлении. Циклы С.Карно. Второе начало термодинамики. Цикл воздушной холодильной машины Понятия о холодильном коэффициенте и об отопительном коэффициенте холодильной установки и теплового насоса.	4	
	Термодинамические идеальные циклы тепловых двигателей; показатели эффективности теплоиспользования и работоспособности. Основы расчета параметров состояния в характерных точках и энергетических характеристик циклов.		
1.4	Термодинамические основы работы компрессора. Расчет работы поршневого и центробежного компрессоров	2	
1.6	Водяной пар, как реальный газ: насыщенный, сухой, перегретый; степень сухости. p, v - T, s и h, s - диаграммы состояния водяного пара. Цикл Ренкина паротурбинной установки; изображение в P, V и T, S - координатах. Термический КПД.	2	
1.7	Диаграммы p, h - состояния пара холодильных агентов (фреонов). Принципиальная схема устройства и цикл паровой компрессионной холодильной машины.	2	
2	Теплопередача		
2.1	Основные понятия теплопередачи: температурное поле, градиент температуры, изотермическая поверхность, количество теплоты, тепловой поток, плотность теплового потока. Способы и механизмы передачи теплоты. Основной закон теплопроводности Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Общее решение и частное решение для одномерной стационарной задачи.	2	
2.2	Конвективный теплообмен. Основной за-	2	

Номер раздела и темы	Содержание	Трудоемкость, час	
		Лекционных занятий	Самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения)*
	кон теплоотдачи Ньютона- Рихмана. Основные положения теории подобия: условия и теоремы подобия, уравнения подобия .		
2.3	Задача стационарной теплопередачи через плоскую однослойные и многослойные поверхности (стенки): плотность теплового потока, термическое сопротивление, температуры поверхностей Задача стационарной теплопередача через цилиндрическую поверхность (стенку) однослойную и многослойную: линейная плотность теплового потока, линейное термическое сопротивление. Тепловая изоляция трубы, понятие о критическом диаметре изоляции как критерии эффективной работы изоляции.	2	
2.4	Теплообмен излучением: основные понятия, классификация лучистых потоков, законы излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа; понятие о коэффициенте излучения. Теплообмен при наличии экранов	2	
2.5	Назначение и основы теплового конструкторского расчета теплообменных аппаратов	2	
	Всего в семестре	24	
	Итого	24	

* Объем часов на самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения) должен совпадать с объемом часов в строке 2 таблицы 2.7

2.5 Содержание лабораторного практикума

Номер раздела	Номер и наименование лабораторных работ	Трудо- емкость, час
	Семестр 6	
1	Исследование работы холодильной установки	4
2	Опытное определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала методом трубы.	4
	Всего в семестре	8
-	Итого	8

2.6 Содержание практических занятий (семинаров)

Номер раздела	Номер и тематика практических занятий (семинаров)	Трудо- емкость, час
	Семестр 6	
1		
1.1	1. Уравнение состояния. Расчет параметров состояния.	2
1.2	2.3 Процессы идеальных газов: взаимосвязь параметров. Определение энергетических характеристик. Первое начало термодинамики.	4
1.4	4. Расчет компрессора с разными процессами сжатия	2
1.5	5. Расчет прямых и обратных идеальных термодинамических циклов: расчет воздушной холодильной установки	2
2		
2.3	6. Расчет тепловых потоков и температур при теплопередаче через плоскую стенку при граничных условиях 3 рода.	2
2.3	7,8. Расчет тепловых потоков и температур при теплопередаче через цилиндрическую стенку при граничных условиях 3 рода с использованием уравнений подобия. Расчет тепловой изоляции трубы.	3
2.4	8. Расчет теплопередачи излучением.	1
	Всего в семестре	16
...	...	
-	Итого	16

2.7 Содержание текущей самостоятельной работы²

Содержание работы	Примерная норма трудоемкости, час.	К-во часов или единиц	К-во часов текущей самостоятельной работы
1. Изучение лекционного материала	0,5 часа на 1 час лекц.	12	
2. Самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения) ³			
3. Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов по лабораторным работам	0,5 часа на 1 час лабор. зан.	4	
4. Подготовка к практическим (семинарским) занятиям	0,5 часа на 1 час практ. зан.	8	
5. Выполнение, оформление и подготовка к защите курсового проекта	54 / 72	-	
6. Выполнение, оформление и подготовка к защите курсовой работы	36	-	
7. Выполнение, оформление и подготовка к защите расчетного задания, реферата	9	9	
8. Выполнение домашних заданий	0,25 ч. на 1 задачу		
9. Подготовка к текущим контрольным работам, тестированию по теме (разделу)	2 ч. на тему	14	
10. Работа с учебной и научной литературой (самостоятельное изучение, конспектирование источников, подготовка обзоров и т.п.)	**		
11. Самообучение и самоконтроль с помощью педагогических программных средств	**	11	
12. СРС под руководством преподавателя	**		
13. Другие виды СРС (указать)	**		
Всего	-	58	

**** объем устанавливается кафедрой.**

² Объем текущей самостоятельной работы (всего, час.) должен соответствовать таблице 2.1 рабочей программы

³ Объем часов на самостоятельное изучение темы (для заочной формы обучения) должен совпадать с объемом часов в таблице 2.4

3. Технологическое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

3.1 Структурная матрица используемого технологического и учебно-методического обеспечения

Номер раздела дисциплины	Технологическое обеспечение	Учебно-методическое обеспечение дисциплины											
		Средства лекционного преподавания			Учебная (печатная) литература для студентов			Электронные ресурсы					
		Традиционные технологии	Плакаты, стенды, натуральные образцы	Видеофрагменты (видеофильмы)Кодопозитивы (фолии)	Другие средстваМатериалы для мультимедийных средств	Учебники, учебные пособияКонспект лекций	ЗадачникиМетодические указания	Справочная литература Материалы для самоконтроля	Электронный практикум/Другая учебная литература	Мультимедийные презентацииВиртуальные лабораторные работы	Контролирующие программыОбучающие программы	Другие электронные ресурсыМоделирующие программыРасчетные программы	Электронные копии
1	+	+		+	+	+	+		+	+			учебных пособийлекций
2	+	+		+	+	+	+		+	+			задачниковметодических указаний
													справочной литературыконтрольных заданий
													других электронных ресурсов

3.2 Перечень печатных и электронных изданий, информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины приводится в документе «Учебно-методическое обеспечение дисциплины», который является неотъемлемой частью данной рабочей программы.

4. Оценочные средства контроля освоения компетенций

4.1 Структурная матрица оценочных средств по дисциплине

Вид и форма контроля, оценочные средства по дисциплине	Шифр компетенции по ФГОС ВО/ матрице компетенций					
	ОПК-4					
1. Текущий контроль по дисциплине						
Собеседование						
Контрольная работа						
Выполнение домашних заданий						
Тестирование по разделам (темам)	+					
Индивидуальные (групповые) творческие задания						
Защита лабораторных работ	+					
Работа на практических занятиях, семинарах						
Выполнение расчетно-графических работ	+					
Реферат, эссе, доклад						
Другие формы текущего контроля (указать)						
2. Итоговый контроль по дисциплине						
Зачет	+					
Экзамен						
Курсовая работа (защита)						
Курсовой проект (защита)						
Тестирование итоговое	+					
Другие формы итогового контроля по дисциплине (указать)						

Соответствие видов контроля и оценочных средств осваиваемым компетенциям отмечается в таблице знаком «+»

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Но-мер	Наименование и местоположение оборудованных учебных аудиторий, лабораторий	Укрупненный перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Лаборатория теплотехники Г-717	Лаборатория оснащена установками для выполнения лабораторных работ по разделу «Термодинамика» и лабораторных работ по разделу «Теплопередача», в том числе для определения: - газовой постоянной воздуха; - объемной изобарной теплоемко-

Но- мер	Наименование и местоположение оборудованных учебных аудито- рий, лабораторий	Укрупненный перечень оборудова- ния и технических средств обучения
		сти воздуха; - испытания парокомпрессионной холодильной установки. - коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала; - коэффициента теплоотдачи при свободном движении воздуха и др.
2.	Лекционная аудитория Г-718	мультимедийный проектор Epson, персональный компьютер 4-х ядер- ный, ОЗУ- 16 ГБ, процессор Intel i7, HDD-1000 ГБ.

6. Перечень информационных технологий (включая программное обеспечение)

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине используется следующее лицензионное программное обеспечение

1. Office 365
2. MS Teams – открытый доступ.
3. Moodle - модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда (система дистанционного обучения ЯГТУ)
4. LibreOffice - GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE v3 <http://www.libreoffice.org/>

Операционные системы:

Microsoft Windows Professional 7 - Microsoft Open License № лицензии 47932484, 47568646.

Microsoft Windows Professional 8 - Microsoft Open License № лицензии 61350377.

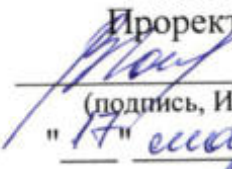
7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
Лекция	Обучающемуся рекомендуется: 1. Вести конспект лекций: кратко излагая содержание материала, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, приводить графики и схемы; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. 2. При записи лекционного материала правильно применять термины, понятия, проверять их с помощью энциклопедии.

Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
	дий, словарей, справочников с выписыванием толкований. 3. Вопросы, термины, материалы лекции, которые вызывают трудности, рассмотреть самостоятельно (поиск ответов в рекомендуемой литературе). 4. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на текущих консультациях или после лекции.
Лабораторные занятия	Обучающийся должен: 1. При подготовке к выполнению лабораторных работ изучить конспект лекций, ознакомиться с объемом и учебной целью лабораторной работы. 2. При выполнении лабораторной работы изучить объем, последовательность выполнения работы и продумать порядок своих действий; изучить технические условия для выполнения каждой работы; ознакомиться с комплектом инструментов, приборов, приспособлений и оборудования для каждой лабораторной работы и порядком их использования при выполнении работ. 3. Изучить требования по технике безопасности, которые необходимо выполнять на каждой лабораторной работе. 4. При выполнении лабораторной работы следовать указаниям преподавателя и(или) лаборанта, вести соответствующие записи. 5. После выполнения лабораторной работы оформить отчет и подготовиться к защите лабораторной работы.
Практические занятия	Обучающийся должен: 1. При подготовке к практическим занятиям изучить конспект лекций, соответствующие учебники и учебно-методические пособия. 2. На практическом занятии следовать указаниям преподавателя, вести соответствующие записи. 3. Завершить выполнение задания на практическом занятии или самостоятельно после его окончания.
Выполнение курсовых работ (проектов), РГР, контрольных работ	Обучающийся должен: 1. Получить задание на курсовую работу (проект), контрольную работу, РГР у преподавателя в начале семестра. 2. При подготовке к выполнению работы изучить конспект лекций, соответствующие учебники и учебно-методические пособия, ознакомиться с объемом и учебной целью работы; продумать порядок своих действий, распределить время на выполнение работы, консультирование у преподавателя. 3. Выполнить работу в соответствии с выданным заданием, при необходимости консультируясь с преподавателем.

Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
	4. Оформить курсовую работу (проект), контрольную работу, РГР в соответствии с требованиями стандартов ЯГТУ. 5. Защитить выполненную работу в установленные сроки.
Самостоятельная работа	Обучающемуся рекомендуется: 1. Самостоятельно изучить (повторить) конспект лекций, соответствующие учебники и учебно-методические пособия, записи лабораторных и практических занятий. 2. Изучить темы, выданные на самостоятельное изучение, по рекомендованным источникам (раздел 3.2 настоящей рабочей программы) 3. Выполнять все виды текущей самостоятельной работы, указанные в таблице 2.7 настоящей рабочей программы.
Подготовка к зачету, экзамену	Обучающемуся рекомендуется: 1. При подготовке к зачету, экзамену изучить (повторить) конспект лекций, соответствующие учебники и учебно-методические пособия, записи лабораторных и практических занятий. 2. Внимательно ознакомиться с вопросами к зачету, экзамену, распределить время на подготовку, консультирование у преподавателя. 3. По вопросам, вызвавшим затруднение, проконсультироваться с преподавателем (для экзамена – явка на экзаменационную консультацию обязательна).

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Ярославский государственный технический университет"

УТВЕРЖДАЮ
Проректор ЯГТУ
 /Голкина В.А./
(подпись, И. О. Фамилия)
"17" сентября 2022 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Направление подготовки: **26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и систе-
мотехника объектов морской инфраструктуры»**
(шифр и наименование направления)

Направленность (профиль) программы: **«Технология производства судов и су-
дового оборудования»**

Квалификация (степень): **бакалавр**

Блок программы: **Дисциплины (модули)**

Часть программы: **элективные дисциплины**
(обязательная, формируемая участниками образовательных отношений, элективные дисциплины)

Форма обучения: **очная**
(очная, очно-заочная, заочная)

Семестр **6**

Институт (обеспечивающий): **инженерии и машиностроения**

Кафедра **Двигатели внутреннего сгорания**

Институт (выпускающий): **инженерии и машиностроения**

Реквизиты

Учебно-методическое обеспечение разработано к рабочей программе, составленной в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавра, а также в соответствии с рабочим учебным планом (регистрационный номер **26.03.02 ТПС -Б – 2022**).

Учебно-методическое обеспечение разработал преподаватель кафедры

К.Т.Н., доцент
(ученая степень, должность,


подпись,

/А.А. Ивнев /
расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой


(подпись)

А.А Павлов
(расшифровка подписи)

Директор НТБ ЯГТУ


(подпись)

Т.Н. Фуникова.
(расшифровка подписи)

" 14 " 08 2022г.

Регистрационный код рабочей программы 7711

Отдел контроля и мониторинга учебного процесса ЯГТУ


(подпись)

/ Татьяна А.О.
(расшифровка подписи)

1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1. Перечень печатных и электронных изданий, информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины:

1.1 Обязательные издания, имеющиеся в НТБ ЯГТУ¹ (печатные, электронные издания²):

1. Теплотехника: учебник для вузов, обуч. по напр. "Энергомашиностроение" / А. М. Архаров [и др.] ; под общ. ред. А. М. Архарова, В. Н. Афанасьева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 711 с. (148 экз.).

2. Ивнев А.А. Термодинамика и теплопередача. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие / А. А. Ивнев ; Яросл. гос. техн. ун-т. - Ярославль : Изд-во ЯГТУ, 2021. - 143 с. : ил. - (3955) (126 экз.) + ЭБ: www.ystu.ru:39445/protected/book/newbook/786.

3. Ивнев А.А. Конструкции и тепловые расчеты теплообменных аппаратов энергоустановок: учебное пособие / Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2020 – 100 с. - (3919) (29 экз.)

4. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача : учеб. пособие для неэнерг. спец. вузов / В. В. Нащокин. - М.: Высшая школа, 1980.- 469 с. (487 экз.).

5. Рабинович О.М. Сборник задач по технической термодинамике : [учеб. пособие для техникумов] / О. М. Рабинович. - М.: Машиностроение, 1969.- 344 с. (247 экз.).

1.2 Профессиональные базы и информационно-справочные системы:

1. ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

2. Научная электронная библиотека eLibrary www.elibrary.ru

3. Федеральный институт промышленной собственности www1.fips.ru

4. КонсультантПлюс www.consultant.ru

5. ВИНТИ РАН www.viniti.ru

Примечание: Перечень профессиональных баз и информационно-справочных систем можно посмотреть по адресу: <http://corv.ystu.ru:39445/marc/ebs.php> (из внешней сети) <http://biblio.ystu/marc/ebs.php> (из локальной сети вуза)

1.3 Рекомендуемые для самостоятельного изучения (не обязательные) издания и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. Теплотехника. // Под ред. В.Н. Луканина - М.: Высшая школа, 2005.- 671с. (2 экз.)

2. Меркулов В.И. Техническая термодинамика. Электронное издание МГТУ МАМИ, 212с., 2010г. - Система дистанционного обучения «МУДЦЛ» ЯГТУ.

¹ Необходимо указать количество экземпляров печатных из числа имеющихся в НТБ ЯГТУ. Поиск изданий в электронном каталоге библиотеки: <http://biblio.ystu/megapro/Web> (из локальной сети вуза), <http://corv.ystu.ru:39445/megapro/Web> (из внешней сети)

² Перечень электронных изданий в ЭБС, на которые есть подписка ЯГТУ, можно посмотреть по адресу: <http://corv.ystu.ru:39445/marc/ebs.php> (из внешней сети); <http://biblio.ystu/marc/ebs.php> (из локальной сети вуза)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ярославский государственный технический университет»

Кафедра «Двигатели внутреннего сгорания»

«УТВЕРЖДАЮ»:
Заведующий кафедрой
/Павлов А.А./
«14» 03 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА»

Направление подготовки: 26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры»
(код и наименование направления)

Направленность (профиль) программы «Технология производства судов и судового оборудования»
Форма обучения: Очная

Авторы/разработчики ФОСД:

Ивнев А.А., к.т.н., доцент _____ «14» 03 2022 г.
(подпись) (дата)

Рассмотрено на заседании кафедры «Двигатели внутреннего сгорания»
протокол № 7 от "14" 03 2022 г.

Рег. код рабочей программы 7711

Рег. код ФОСД 6738

Отдел контроля и мониторинга учебного процесса ЯГТУ

_____ / Белян С.Ю. / «_____» _____ 20____ г.
(подпись) (расшифровка подписи) (дата)

Ярославль 2022

1. Общие сведения о дисциплине¹

1.1 Распределение общей трудоемкости дисциплины по семестрам, видам занятий и формам контроля²

Общие сведения				Форма контроля					Контактная работа с преподавателем, час.			Аудиторная работа				Самостоятельная работа, час.		
									Всего контактной работы	Инд. работа с преподавателем	Экзамен, включая консультации							
Курс	Семестр	ЗЕТ (зачетные единицы)	Всего, часов (недель для практики)	Экзамен	Зачет	Курс. проект	Курс. работа	РЗ, РГР, реф., контр. работа				Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к экзамену	Текущая самостоятельная работа
3	6	3	108	+	-	-	-	+	50	2	-	48	24	16	8	58	-	58

1.2 Перечень разделов (тем) дисциплины³

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины
1.	Техническая термодинамика
2.	Теплопередача

1.3 Матрица соответствия разделов дисциплины и осваиваемых компетенций⁴

Шифр компетенции по ФГОС	Содержание компетенции	Номер раздела или темы	
		1	2

¹ Раздел заполняется в соответствии с учебным планом и рабочей программой по учебной дисциплине

² Таблица заполняется в соответствии с п.2.1 рабочей программы

³ Таблица заполняется в соответствии с п.2.2 рабочей программы

⁴ Таблица заполняется в соответствии с п.2.3 рабочей программы

ОПК-4	Способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи.	+	+
--------------	--	---	---

Данная таблица отражает перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины.

2. Контрольно-измерительные и оценочные материалы

2.1 Перечень используемых форм контроля, контрольно-измерительных и оценочных материалов

Номера разделов	Формы контроля, контрольно-измерительные и оценочные материалы												
	Оценочные материалы для собеседования	Оценочные материалы для контрольных работ	Оценочные материалы для самостоятельной (домашней) работы	Тестовые задания	Оценочные материалы для практических занятий	Оценочные материалы для лабораторных работ	Оценочные материалы для индивидуальных (групповых) творческих работ	Оценочные материалы для курсовых работ (проектов)	Оценочные материалы для РГР	Оценочные материалы для рефератов, эссе	Оценочные материалы для зачета	Оценочные материалы для экзамена	Прочие виды оценочных материалов
Компетенция ОПК -4													
1						+			+		+		
2						+			+		+		

В Таблице знаком «+» указываются применяемые преподавателем формы контроля и оценочные средства, указанные в п.4.1 рабочей программы

2.2 Контрольно-измерительные и оценочные материалы

Далее приводится описание указанных в таблице 2.1 контрольно-измерительных и оценочных материалов, применяемых критериев оценки и оценочных шкал.

Вопросы для защиты лабораторных работ

Лабораторные работы выполняется в малых группах, бригадным способом количеством студентов от 3 до 8 чел. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с методическим указаниями, а после выполнения оформляется отчет, который должен содержать цель работы, методику определения искомых величин, схему установки и ее краткое описание, порядок проведения опыта, порядок расчета искомых величин, результаты и их краткий анализ, вывод. Правильно составленный и оформленный в соответствии с требованиями стандарта СТО 701-2005 отчет по лабораторной работе подлежит защите.

При защите в форме собеседования обучающемуся могут быть предложены 1-2 вопроса из приведенного ниже списка.

Раздел (тема) 1. Техническая термодинамика

Компетенция ОПК-4 – способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи.

Вопросы к защите отчета по лабораторной работе «Исследование работы парокompрессионной холодильной установки» в виде собеседования.

1. Классификация холодильных установок по назначению.
2. Классификация холодильных установок по принципу действия.
3. На каком физическом явлении основан принцип получения «холода» в парокompрессионных установках?
4. Понятие о холодопроизводительности и теплопроизводительности.
5. Понятие о холодильном коэффициенте.
6. Понятие об отопительном коэффициенте.
7. Элементы парокompрессионной холодильной установки.
8. Для какой цели предназначен компрессор в данной работе?
9. Для какой цели предназначен теплообменник- конденсатор в данной работе?
10. Для какой цели предназначен теплообменник- испаритель в данной работе?
11. Для какой цели предназначен дроссельный вентиль в данной работе?
12. Устройство диаграмм состояния холодильных агентов, назначение изолиний на диаграммах.
13. Преимущества диаграммы состояния холодильных агентов построенных в координатной системе $p-h$.
14. При работе холодильной установки в лаборатории во время проведения опыта температура окружающего воздуха возросла или уменьшилась?

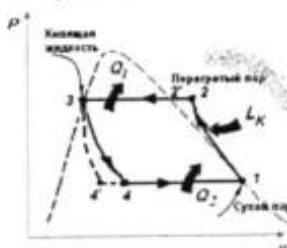
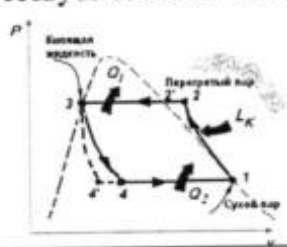
15.Перечислить необходимые свойства холодильного агента (фреона), благодаря которым он используется в качестве рабочего тела в холодильных установках.

При защите в форме тестирования обучающемуся могут быть предложен тест из 10 вопросов, составленный на основе приведенных выше вопросов. Необходимо выбрать, как правило, один правильный ответ из приведенных нескольких вариантов ответа. Среднее время выполнения задания – 20 мин.

Тестовые вопросы (в системе дистанционного обучения ЯГТУ) к защите лабораторной работы «Исследование работы парокомпрессионной холодильной установки»

1	Термодинамические основы получения холода	Ответы
1	Получение «холода» в холодильных машинах, сопровождающееся снижением температуры, в большинстве случаев основано на процессе адиабатического расширения газообразного рабочего тела или его дросселирования (эффект Джоуля-Томсона), не так ли?	1.да 2 нет.
2	Получение «холода» в технике и быту обычно связывают с процессом отвода теплоты от охлаждаемого тела- «холодного источника», сопровождающимся снижением температуры тела, не так ли?	1.да 2 нет.
3	Получение «холода» в холодильных машинах парокомпрессионного типа осуществляется за счет поглощения теплоты при кипении рабочего тела , происходящим при постоянной температуре, не так ли?	1.да 2 нет.
4	Охлаждение в паровых компрессионных холодильных машинах осуществляется за счет поглощения теплоты при кипении рабочего тела , происходящим при постоянной температуре, не так ли?	1.да 2 нет.
5	Холодильные машины предназначены для передачи теплоты от «холодного» источника «горячему», в обратном термодинамическом цикле, не так ли?	1.да 2 нет.
6	В парокомпрессионных холодильных машинах используемое рабочее тело изменяет свое агрегатное состояние, периодически переходя из жидкого в парообразное состояние, не так ли?	1.да 2 нет.
7	В обратном термодинамическом цикле абсолютная величина работы сжатия _____ (вставить слово) работы(е) расширения.....	. 1 больше 2. меньше 3. равна
8	В обратном термодинамическом цикле суммарная работа цикла _____ (вставить слово) .	1. отрицательна 2. положительна 3. равна нулю
9	В обратном термодинамическом цикле «горячему» источнику _____ отводится _____ теплота, _____ (продолжить).	1. эквивалентная полезной работе цикла и теплота, полученная от охлаждаемого тела (холодного источника) 2. эквивалентная полезной работе цикла; 3. равная теплоте, полученной от охла-

		ждаемого тела (холодного источника)
10	Удельной <u>холодопроизводительностью</u> установки принято называть	1. количество теплоты, отводимое от охлаждаемого тела единицей массы рабочего тела в единицу времени; 2. количество теплоты, отводимое от «рабочего тела» единицей его массы в единицу времени. 3. количество теплоты, отводимое от охлаждаемого тела в единицу времени.
11	Полная холодопроизводительность – это.....	1. количество теплоты, отводимое от охлаждаемого тела всей массой рабочего тела в единицу времени.. 2. количество теплоты, отводимое от «рабочего тела» единицей его массы в единицу времени.
2	Классификация по назначению	
1	Холодильные установки (машины), в которых полезным эффектом считается теплота, отводимая от «холодного» источника, а «горячим» источником является окружающая среда, называются	1. рефрижераторами (холодильниками) 2. тепловыми насосами (нагревателями)
2	Холодильные установки (машины), в которых полезным эффектом считается теплота, отдаваемая «горячему» источнику, а «холодным» источником является окружающая среда, называются	1. рефрижераторами (холодильниками) 2. тепловыми насосами (нагревателями)
3	Показатели эффективности	
1	Степень совершенства холодильной установки оценивается «<u>холодильным коэффициентом</u>», который представляет собой где Q_1 – теплота, отводимая от рабочего тела в конденсаторе , Q_2 – теплота, подводимая к рабочему телу в испарителе.	1. отношение Q_1, к затраченной на привод установки работе 2. отношение работы, затраченной на привод установки к Q_1; 3. отношение затраченной на привод установки работы к Q_2. 4. отношение теплоты Q_2 к затраченной на привод установки работе.
2	Степень совершенства тепловых насосов оценивается «<u>отопительным коэффициентом</u>», который представляет собой где Q_1 – теплота, отводимая от рабочего тела в конденсаторе , Q_2 – теплота, подводимая к рабочему телу в испарителе	1. отношение Q_1, к затраченной на привод установки работе; 2. отношение затраченной на привод установки работы к Q_1 3. отношение затраченной работы к Q_2. 4. отношение теплоты Q_2 к затраченной работе.
5	Холодильные агенты	
1	Наиболее важное свойство рабочих тел (холодильных агентов) парокомпрессионных холодильных установок - это	1. .Отрицательная температура насыщения при атмосферном давлении. 2. .Высокое значение теплоты парообразования; 3. .Низкая теплоемкость жидкости.
2	Фреоны –это....	1.органические холодильные агенты» - углеводороды - хлорфторпроизводные метана, этана, пропана и т.д.

		2. неорганические холодильные агенты; 3. смеси органических и неорганических холодильных агентов.
5	Устройство установки	
1	Основными конструктивными элементами парокompрессионных машин являются: теплообменник-испаритель, компрессор, теплообменник-конденсатор, регулятор потока (капиллярная трубка, дроссельный вентиль), соединенные трубопроводами и представляющие собой замкнутую систему, в которой циркуляцию фреона осуществляет компрессор, не так ли? ... 1. да 2 нет.	
2	В состав парокompрессионной холодильной машины <u>не входит</u> (выбрать ненужное)	1. теплообменник-испаритель, 2. компрессор 3. расширительная машина (детандер) 4. парогенератор 5. теплообменник-конденсатор
3	В теплообменнике – испарителе происходит (выбрать нужное)	1. испарение холодильного агента 2. кипение холодильного агента 3. конденсация паров холодильного агента
6	Точки термодинамического обратного цикла	
1	В цикле парокompрессионной холодильной установки на рисунке в p, v -системе координат <u>точка 2</u> соответствует состоянию..... 	1. перегретого пара 2. сухого насыщенного пара 3. влажного насыщенного пара 4. кипящей жидкости 5. насыщенного пара со степенью сухости менее 100%
2	В цикле парокompрессионной холодильной установки на рисунке в p, v -системе координат <u>точка 3</u> соответствует состоянию..... 	1. перегретого пара 2. сухого насыщенного пара 3. влажного насыщенного пара 4. кипящей жидкости при высоком давлении 5. кипящей жидкости при низком давлении
3	В цикле парокompрессионной холодильной установки на рисунке в T, s -системе координат <u>точка 2</u> соответствует состоянию.....	1. перегретого пара 2. сухого насыщенного пара 3. влажного насыщенного пара 4. кипящей жидкости

4	В цикле парокompрессионной холодильной установки на рисунке в T, s-системе координат <u>точка 3</u> соответствует состоянию...	1. перегретого пара 2. сухого насыщенного пара 3. влажного насыщенного пара 4. кипящей жидкости при высоком давлении 5. кипящей жидкости при низком давлении
7	Изобарные процессы обратного цикла	
1	В цикле парокompрессионной холодильной установки на рисунке в p, v-системе координат <u>процесс 4-1</u> соответствует	1....превращению сухого пара в жидкость (конденсация) 2. ...расширению перегретого пара 3. ...получению перегретого пара. 4. получению влажного пара 5. превращению влажного пара в перегретый 6. ...получению сухого пара.
2	В цикле парокompрессионной холодильной установки на рисунке в p, v-системе координат <u>процесс 2-3</u> соответствует	1...превращению сухого пара в жидкость (конденсация) 2. сжатию перегретого пара 3. получению перегретого пара. 4. превращению перегретого пара в сухой, а затем в жидкость (конденсация) 5. превращению влажного пара в перегретый; 6. ...получению сухого пара.
3	В цикле парокompрессионной холодильной установки на рисунке в T, s-системе координат <u>процесс 2-3</u> соответствует	1...превращению сухого пара в жидкость (конденсация) 2. сжатию перегретого пара 3. получению перегретого пара. 4. превращению перегретого пара в сухой, а затем в жидкость (конденсация) 5. превращению влажного пара в перегретый; 6. ...получению сухого пара.
4	В цикле парокompрессионной холодильной установки на рисунке в T, s-системе координат <u>процесс 4-1</u> соответствует	1....превращению сухого пара в жидкость (конденсация) 2. ...расширению перегретого пара 3. ...получению перегретого пара. 4. получению влажного пара 5. превращению влажного пара в пере-

		гретый 6. ...получению сухого пара
8	Другие процессы обратного цикла	
1	В цикле парокомпрессионной холодильной установки на рисунке в p, v -системе координат процесс <u>1-2</u> соответствует 	1....превращению сухого пара в жидкость (конденсация) 2. ...расширению перегретого пара 3. ...получению перегретого пара. 4. получению влажного пара 5. превращению влажного пара в перегретый; 6. ...получению сухого пара.
2	В цикле парокомпрессионной холодильной установки на рисунке в p, v -системе координат процесс <u>3-4</u> соответствует 	1...превращению сухого пара в жидкость (конденсация) 2. сжатию перегретого пара 3. .получению перегретого пара. 4. адиабатическому (или изохорному) расширению влажного пара. 5. превращению влажного пара в перегретый; 6. ...получению сухого пара.
3	В цикле парокомпрессионной холодильной установки на рисунке в T, s -системе координат процесс <u>1-2</u> соответствует 	1....превращению сухого пара в жидкость (конденсация) 2. ...расширению перегретого пара 3. ...получению перегретого пара. 4. получению влажного пара 5. превращению влажного пара в перегретый; 6. .получению сухого пара.
4	В цикле парокомпрессионной холодильной установки на рисунке в T, s -системе координат процесс <u>3-4</u> соответствует 	1...превращению сухого пара в жидкость (конденсация) 2. сжатию перегретого пара 3. .получению перегретого пара. 4. адиабатическому (или изохорному) расширению влажного пара. 5. превращению влажного пара в перегретый; 6. .получению сухого пара.
9	Обратный цикл в p, h -системе координат	

1	В цикле парокомпрессионной холодильной установки на диаграмме в p, h -системе координат <u>удельная холодопроизводительность</u> может быть определена как разность удельной энтальпии . в точках.... ..	1. 1 и 2; 2. 1и 4; 3. 2 и 3
2	В цикле парокомпрессионной холодильной установки на диаграмме в p, h -системе координат <u>удельная работа привода компрессора</u> может быть определена как разность удельной энтальпии . в точках.... ..	1. 1 и 2; 2. 1и 4; 3. 2 и 3
3	В цикле парокомпрессионной холодильной установки на диаграмме в p, h -системе координат <u>удельная работа теплопроизводительность</u> может быть определена как разность удельной энтальпии в точках.... ..	1. 1 и 2; 2. 1и 4; 3. 2 и 3
10	Работа установки	
1	При работе холодильной установки в лаборатории во время проведения опыта температура окружающего воздуха	1.возросла 2.уменьшилась 3. не изменилась
2	Для построения обратного термодинамического цикла холодильной установки по опытным данным не является необходимым измеряемым параметром	1.время начала и окончания опыта 2.температуры в характерных точках цикла; 3.абсолютное давление после компрессора; 4. абсолютное давление перед компрессором.
3	В бытовом холодильнике сжиженный фреон после конденсатора проходит по капиллярной трубке, проходящей внутри медной трубки между испарителем и компрессором 10 для переохлаждения, вытекает в пространство между двойными стенками испарителя. Ввиду сравнительно большого объема этого пространства, давление фреона падает и он кипит при отрицательной температуре, поглощая через стенки испарителя теплоту, не правда ли?	1. да; 2. нет.

Раздел (тема) 2. Теплопередача

Компетенция ОПК-4 – Способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи.

Вопросы к защите отчета по лабораторной работе «Опытное определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала методом трубы»

1. Физическая сущность (механизм) процесса теплопроводности.
2. Основной закон теплопроводности и его применение к плоским стенкам.
3. Коэффициент теплопроводности и факторы, влияющие на его величину.
4. Пределы значений коэффициентов теплопроводности для газов, жидкостей, теплоизоляционных материалов и металлов и сравнение их друг с другом.
5. Дать определение понятию «поверхностная плотность теплового потока».
6. Дать определение понятию «линейная плотности теплового потока».
7. Основной закон теплопроводности и его применение к цилиндрическим телам (стенкам).
8. Что такое термическое сопротивление теплопроводности, его единицы измерения. Сопоставьте термическое сопротивление слоев одинаковой толщины металлов и строительных материалов.
9. Понятие критического диаметра изоляции.
10. Обоснование понятия «критический диаметр изоляции» как критерия эффективной работы изоляции.
11. Назвать элементы (узлы, детали) транспортно-технологических машин, в которых используется процесс теплопередачи через цилиндрическую поверхность, подобный изучаемому в данной работе.

Критерии оценки:

- владение терминологией дисциплины;
- умение грамотно интерпретировать теоретический материал, давать пояснения;
- работа выполнена в полном объеме самостоятельно (с участием коллег-членов бригады) с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений.
- грамотная, лаконичная, доступная и понятная речь.

Оценочная шкала

Оценка «**Зачтено**» выставляется, если обучающийся:

- выполняет лабораторные работы самостоятельно и в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений.
- после выполнения работы представляет отчет, оформленный в соответствии с действующими требованиями;
- при защите отчета показывает достаточно уверенное владение понятийным аппаратом, отвечает на вопросы по содержанию работы;
- соблюдает нормы литературной речи, допуская незначительные отклонения.

Оценка «**незачтено**» соответствует критерию оценки «**неудовлетворительно**». При этом обучающийся

- допускает ошибки при сборе и записи опытных данных, представляет неполный отчет о работе с существенными ошибками в содержании и оформлении или не может самостоятельно выполнить и оформить лабораторную работу, безынициативен.

- не владеет понятийным аппаратом, допускает принципиальные ошибки в ответах, в определении понятий, при использовании терминологии, которые не может исправить после наводящих вопросов;

- допускает заметные нарушения норм литературной речи.

Типовые контрольные задания (задачи) для расчетно-графических работ

Типовые контрольные задания (задачи)⁵:

Расчетно-графическая работа (РГР) представляет собой письменный результат самостоятельной индивидуальной внеаудиторной работы каждого обучающегося в соответствии с заданием.

Задание для РГР состоит из нескольких задач по разделам (темам) 1,2 дисциплины. Содержание задач РГР у обучающихся отличается исходными данными. Исходные данные для задач выбираются индивидуально в соответствии с личным номером варианта.

Среднее время выполнения РГР – 8 час.

Раздел (тема) 1. Техническая термодинамика.

ЗАДАЧА 1

Сравнить теоретические мощности, затрачиваемые на привод идеального одноступенчатого компрессора при изотермическом, адиабатическом и политропном (с показателем политропы n) процессах сжатия воздуха, если известны:

- начальные параметры газа: атмосферное давление p_1 , кПа , температура t_1 , $^{\circ}\text{C}$.
- производительность (массовый расход) M , кг/с ,
- конечное избыточное давление p_2 , кПа .

Определить также температуру в конце сжатия; плотность воздуха в начале и конце сжатия, расход охлаждающей жидкости в системе охлаждения для указанных процессов, если температура охлаждающей жидкости (воды) повышается на Δt $^{\circ}\text{C}$.

Изобразить процессы сжатия в p - v и T - S координатах.

Исходные данные взять в таблицах 1 и 2 .

Таблица 1 - Исходные данные

Последняя цифра номера варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
t_1 , $^{\circ}\text{C}$	12	14	16	18	20	24	26	30	32	34

⁵ При оформлении типовых задач допускается выделять задачи по отдельным разделам (темам) дисциплины в составе РГР. Приводятся сведения о вариантах исходных данных.

$p_i, \text{кПа}$	100,000					101,325				
n	1,38	1,36	1,34	1,32	1,30	1,28	1,26	1,240	1,22	1,20

Таблица 2 - Исходные данные

Предпоследняя. цифра номера варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
M, кг/с	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18
$p_{2\text{ман}}, \text{кПа}$	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
$\Delta t, ^\circ\text{C}$	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

ЗАДАЧА 2.

Для идеального цикла теплового двигателя определить параметры рабочего тела в характерных точках, удельную полезную теплоту и удельную работу (для 1 кг рабочего тела), термический КПД, среднее давление, теоретическую удельную литровую мощность двигателя.

Изобразить цикл в координатных системах « $p-v$ » и « $T-\Delta s$ » с учетом масштаба.

Результаты расчетов представить в виде таблицы предлагаемой формы.

Рабочее тело - идеальный газ со свойствами воздуха ($R=287 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, $k=1,4$). Известны параметры в начальной точке: абсолютное давление $p_1=0,1 \text{ МПа}$ и температура $t_1, ^\circ\text{C}$, а также степень сжатия ϵ , количество подводимой теплоты на изохорном участке цикла q_v , количество подводимой теплоты на изобарном участке q_p , частота вращения коленчатого вала $n, \text{мин}^{-1}$.

Исходные данные

Таблица 1

Последняя цифра номера варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
ϵ	7	8	9	14	15	16	17	18	19	20
$q_v, \text{МДж}/\text{кг}$	1,6	1,8	2,0	0,5	0,6	0,8	0,9	0	0	0
$q_p, \text{МДж}/\text{кг}$	0	0	0	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4
$n, \text{мин}^{-1}$	4000	450 0	500 0	2000	2100	2200	2300	1900	1800	1700

Предпоследняя цифра номера варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$t_1, ^\circ\text{C}$	10	12	15	18	20	25	28	30	32	35

Раздел (тема) 2. Теплопередача

ЗАДАЧА 3

Определить на сколько снизятся тепловые потери ограждающих конструкций (стен) здания с известной общей площадью стен F , толщиной δ_1 и с коэффициентом теплопроводности λ_1 , если на стены наложить слой тепловой изоляции толщиной δ_2 с коэффициентом теплопроводности λ_2 .

С внутренней стороны стены имеют слой гипсовой штукатурки толщиной δ_2 с коэффициентом теплопроводности $\lambda_2 = 0,375 \text{ Вт/(мК)}$.

С наружной стороны стены имеют слой цементной штукатурки толщиной δ_4 с коэффициентом теплопроводности $\lambda_4 = 0,55 \text{ Вт/(мК)}$.

Внутри помещения требуется поддерживать температуру воздуха $t_{\text{вн}}$. Температура окружающего воздуха с внешней стороны $t_{\text{вн}}$. Коэффициент теплоотдачи с внутренней стороны принять равным α_1 . Коэффициент теплоотдачи с внешней стороны здания принять для зимних условий равным $\alpha_2 = 23,0 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$.

Определить глубину промерзания ограждающей конструкции (несущей стены) здания.

Определить величину теплового потока, передаваемого за счет излучения с наружной поверхности стены, если известна степень черноты ε наружной поверхности.

Построить график изменения температуры по толщине многослойной плоской стенки для условий задачи с учетом масштаба.

Обосновать рациональный выбор места установки тепловой изоляции (с внешней стороны или с внутренней стороны).

Контактным сопротивлением между слоями стенки пренебречь.

Таблица 1

	Первая цифра номера варианта задания*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Материал стены	Кладка из керамического кирпича		Кладка из силикатного кирпича		Монолитный железобетон		Пенобетон		Шлакобетон	
δ_1 , мм	500	750	500	750	250	500	250	500	250	500
F , м ²	250	500	250	500	500	1000	200	500	300	600
δ_2 , мм	9,5	10,0	12,0	12,5	13,0	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0
α_1 , Вт/(м ² К)	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5
λ_1 , Вт/(мК)	0,52		0,76		1,55		0,22		0,64	
ε	0,90		0,85		0,80		0,75		0,70	

Таблица 2

	Вторая цифра номера варианта задания*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Материал тепловой изоляции	Минераловата		Пенопласт ПХВ-1		Дерево (сосна)		Пробковые плиты		Минераловата	
δ_3 , мм	100		50		18		12		200	
Изоляция	внутри		снаружи		внутри		внутри		снаружи	
λ_3 , Вт/(мК)	0,05		0,05		0,14		0,042		0,070	
δ_4 , мм	16		8		14		12		10	
$t_{\text{вн}}$, °С	24	24	22	22	23	23	21	21	20	20
$t_{\text{вн}}$, °С	-25	-20	-20	-15	-20	-15	-20	-25	-25	-30

ЗАДАЧА 4

Пароводяной кожухотрубный Z-ходовой теплообменник (бойлер), предназначен для нагрева воды в системе отопления здания от температуры $t_{\text{вн}}$, °С до $t_{\text{вн}}$, °С, в количестве G_1 , кг/с.

Вода движется внутри трубок с внутренним диаметром d_1 , мм, изготовленных из материала с коэффициентом теплопроводности λ , Вт/(мК) со скоростью W_1 , м/с.

Греющий теплоноситель – сухой насыщенный водяной пар с абсолютным давлением $p_{\text{нас}}$, МПа, который конденсируется на внешней поверхности труб диаметром d_2 , мм.

Тепловыми потерями в окружающую среду пренебречь.

Определить: расход пара и количество передаваемого тепла; коэффициенты теплоотдачи со стороны конденсирующегося пара и нагреваемой воды, коэффициент теплопередачи теплообменника и полную поверхность теплообменника, число трубок, их длину.

Исходные данные приведены в таблицах 1 и 2 и выбираются в зависимости от двузначного номера варианта.

Таблица 1

Первая цифра варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t_1 , °C	10	15	20	25	30	13	16	28	25	23
t_2 , °C	85	90	95	97	100	88	90	98	95	100
$p_{\text{нас}}$ МПа	0,15	0,17	0,19	0,2	0,25	0,30	0,35	0,4	0,45	0,5
W_1 , м/с	1,5	1,7	2,0	1,6	1,7	1,9	2,0	1,5	1,8	2,5
G_1 , кг/с	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0

Таблица 2

Вторая цифра номера задания	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ориентировочное число ходов, Z	2	2	4	1	1	1	4	6	2	4
Расположение труб в пучке	Горизонтальное			Вертикальное			Горизонтальное		Вертикальное	
$\frac{d_2}{d_1}$, мм	$\frac{45}{40}$	$\frac{57}{50}$	$\frac{45}{40}$	$\frac{14}{11}$			$\frac{32}{28}$	$\frac{38}{34}$	$\frac{25}{22}$	
Материал трубок	Сталь 20			Медь			Латунь		Алюминий	
λ , Вт/(м К)	50			380			110		200	

Оформление работы

Расчетно-пояснительная записка для РГР оформляется индивидуально каждым студентом и должна содержать исходные данные, необходимые записи и пояснения по порядку расчета со ссылками на использованные литературные источники, результаты расчетов, графики, рисунки, таблицы, выводы.

Текст расчетно-пояснительной записки, титульный лист, рисунки, схемы, графики, таблицы выполняются на стандартных листах формата А4 в соответствии с требованиями СТП ЯГТУ 701-2005 «Документы текстовые учебные. Требования к оформлению». и СТО 702-2005 «Требования к оформлению титульных листов и основных надписей».

Шифр и содержание компетенции	Номера задач (из представленного списка)
-------------------------------	---

Компетенция ОПК-4 – способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи.	1,2,3,4
---	---------

Вопросы для защиты РГР

1. Сформулировать исходные данные и цель каждой задачи.
2. Перечислить известные термодинамические процессы.
3. Каков основной признак адиабатического процесса?
4. Дать определение термодинамическому циклу.
5. Объяснить основные отличия идеальных термодинамических циклов от действительных.
6. Представить краткий алгоритм расчета термических параметров состояния в характерных точках идеального цикла.
7. Представить краткий алгоритм определения термического КПД идеального цикла.
8. Представить краткий алгоритм определения среднего давления идеального цикла.
9. От каких факторов зависит значение термического КПД цикла? Предложите способы увеличения КПД.
10. От каких факторов зависит значение среднего давления цикла? Предложите способы увеличения среднего давления.
11. Проверить выполнение первого начала термодинамики для всех процессов идеального цикла по сводным результатам расчета.
12. Какова взаимосвязь между средним давлением и удельной литровой мощностью двигателя?
13. Каков основной признак изотермического процесса?
14. Каковы признаки политропного процесса?
15. В чем существенное отличие в процессах сжатия поршневого и центробежного компрессоров?
16. От каких факторов зависит мощность, затрачиваемая на привод компрессора.
17. Сравнить и объяснить результаты процессов адиабатического, изотермического и политропного сжатия в компрессоре. с одинаковой степенью повышения давления.
18. Сравнить количество теплоты, выделяющееся в процессах изотермическом и адиабатическом и политропном в компрессоре с одинаковой степенью повышения давления.
19. Какие основные уравнения лежат в основе определения тепловых потоков через плоские и цилиндрические стенки?
20. Какие основные уравнения лежат в основе определения температур поверхностей плоских и цилиндрических стенок?
21. Как определяется суммарное термическое сопротивление плоской многослойной стенки (детали)?
22. Как определяется суммарное термическое сопротивление цилиндрической плоской многослойной стенки (детали)?
23. Как влияет величина термического сопротивления стенки на величину проходящего теплового потока при заданных граничных условиях 3 рода?
24. Как определяется коэффициент теплоотдачи на граничных поверхностях?

- 25.Обосновать применение определенных материалов в качестве теплоизоляционных покрытий на плоских поверхностях и трубах.
- 26.Каким образом определяется место рациональной установки тепловой изоляции на ограждающих конструкциях зданий (стенах)?
- 27.Особенности конструкции кожухотрубных теплообменных аппаратов.
- 28.Особенности конструкции прямоточного и противоточного теплообменного аппарата.
- 29.Назначение поперечных перегородок в межтрубном пространстве кожухотрубных теплообменных аппаратов.
- 30.Примеры конструкции кожухотрубных 1-ходового и 2-ходового теплообменных аппаратов (схемы).
- 31.Примеры конструкций кожухотрубных 3-ходового и 4-ходового теплообменных аппаратов (схемы).
- 32.Виды теплоносителей для теплообменных аппаратов в области положительных и отрицательных температур.
- 33.Показатели степени совершенства теплообменного аппарата и энергетической эффективности теплообменного аппарата.
- 34.Понятие о коэффициенте компактности теплообменного аппарата.

Шифр и содержание компетенции	Номера вопросов (из представленного списка)
Компетенция ОПК-4 – способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи.	Все

Критерии оценки:

- умение самостоятельно составить алгоритмы решения задач;
- умение применить теоретические знания по дисциплине для решения поставленной задач;
- грамотное, лаконичное, последовательное изложение решения задачи в соответствии с принятым алгоритмом ;
- нахождение правильного решения (ответа) задачи, понимание порядка численных значений и размерностей заданных и искомых величин;
- выполнение РГР в установленные сроки;
- оформление в соответствии с принятыми требованиями.

Оценочная шкала

Расчетно-графическая работа оценивается оценкой «зачтено» или «незачтено». Оценка «**Зачтено**» выставляется, если обучающийся:

- выполняет РГР самостоятельно и в полном объеме;

- способен в течение отведенного времени для самостоятельной работы дать правильное решение предложенных задач без существенных ошибок;

- правильно применяет теоретические положения при решении практических задач, умеет увязывать теорию с практикой, обосновывает принятые решения, владеет необходимыми приемами и навыками выполнения практических задач, использует рациональные приемы их решения.

- понимает порядок численных значений и размерностей заданных и искомых величин;

- представляет для проверки работу, оформленную в соответствии принятыми требованиями и в установленные регламентом учебного процесса сроки.

Оценка «**не зачтено**» выставляется, если обучающийся:

- испытывает затруднения при решении задач или не может их выполнить самостоятельно;

- допускает принципиальные ошибки, существенные расчетные ошибки, не понимает порядок численных значений и размерностей заданных и искомых величин;

- не представляет для проверки работу, оформленную в соответствии принятыми требованиями в установленные регламентом учебного процесса сроки.

Вопросы для зачета

Зачет проводится в письменной (тестовой) или устной форме и представляет собой результат ответов обучающегося на вопросы, указанные в задании (билете).

Задание (билет) состоит из 3 вопросов на уровне понятий в соответствии с тематическим содержанием дисциплины из приведенного ниже списка и задачи по одному из разделов (тем).

Среднее время выполнения задания – 30 мин.

Типовые вопросы:

Раздел (тема) 1. Техническая термодинамика

1. Понятие «идеального газа», термические параметры состояния и термическое уравнение состояния для 1 кг идеального газа.

2. Понятие «**внутренняя энергия**» рабочего тела.

3. Физический смысл и отличие понятий «универсальная» и «индивидуальная» газовая постоянная.

4. Физический смысл понятий «абсолютное давление» и «абсолютная температура», «внутренняя энергия».

5. Понятие о моле вещества; термическое уравнение состояния для 1 моля идеального газа.

6. Понятие об удельных массовых изохорной и изобарной теплоемкостях идеального газа; уравнение Майера.

7. Понятия «**теплота**» и «**работа**» термодинамического процесса.

8. Первое начало термодинамики для закрытых и открытых термодинамических систем. Примеры открытых и закрытых систем.

9. Понятие «**энтальпия**» ; формулировка первого начала термодинамики для процессов в открытых термодинамических системах через понятие «энтальпия».

10. Понятие, изображение в p, v - и T, s -координатах **адиабатического процесса расширения** идеального газа; взаимосвязь термических и энергетических параметров состояния, графическое определение количества теплоты, располагаемой работы и работы расширения для этого процесса.

11. Понятие, изображение в p, v - и T, s -координатах **изотермического процесса** идеального газа; взаимосвязь термических и энергетических параметров состояния; графическое определение количества теплоты, располагаемой работы и работы расширения для этого процесса.

12. Понятие, изображение в p, v - и T, s -координатах **изобарного процесса** идеального газа, взаимосвязь термических и энергетических параметров состояния; графическое определение количества теплоты, работы расширения и работы располагаемой для этого процесса.

13. Понятие, изображение в p, v - и T, s -координатах **изохорного процесса** идеального газа с повышением давления; взаимосвязь термических и энергетических параметров состояния, графическое определение количества теплоты и величины располагаемой работы для этого процесса.

14. Понятие, изображение в p, v - и T, s -координатах **политропного процесса** идеального газа с показателем $0 < n < 1$; основное уравнение, взаимосвязь термических параметров состояния; графическое определение количества теплоты, работы расширения и работы располагаемой для этого процесса.

15. Понятие о термодинамическом цикле.

16. Понятие о полезной работе и полезно использованной теплоте цикла.

17. Понятие о «горячем» и «холодном» источниках теплоты; схема энергопотоков в тепловом двигателе.

18. Понятие о термическом КПД прямого термодинамического цикла.

19. Графическое определение полезной работы и полезной теплоты термодинамических циклов.

20. Понятие о среднем давлении идеального термодинамического цикла.

21. Идеальный термодинамический цикл теплового двигателя с изобарным подводом теплоты. Изображение процессов, расчет параметров в характерных точках и термического КПД.

22. Идеальный термодинамический цикл теплового двигателя со смешанным подводом теплоты. Изображение процессов, расчет параметров в характерных точках и термического КПД.

23. Понятие о прямом термодинамическом цикле Карно; термический КПД цикла Карно зависит от

24. Идеальный термодинамический цикл теплового двигателя с изохорным подводом теплоты. Изображение процессов, расчет параметров в характерных точках и термического КПД.

25. Идеальный термодинамический цикл и принципиальная схема газотурбинной установки с изобарной турбиной.
26. Понятия о холодильном и отопительном коэффициентах обратного термодинамического цикла.
27. Схема энергопоток, элементы, принципиальная схема и работа воздушной холодильной установки.
28. Термодинамический обратный цикл воздушной холодильной установки; принцип получения «холода».
29. Назначение и показатели работы компрессора.
30. Рабочий цикл одноступенчатого поршневого компрессора.
31. Сравнить графически величину работы компрессора для изотермического и адиабатического сжатия воздуха при одинаковой степени повышения давления.
32. Особенности процесса сжатия в центробежном компрессоре. Понятие об адиабатическом КПД центробежного компрессора.
33. Преимущества изотермического сжатия в компрессоре.
34. Преимущества многоступенчатого сжатия газа в компрессоре. Изображение рабочего цикла 3-х ступенчатого компрессора.
35. Дать определения процессам кипения и конденсации.
36. Показать на диаграмме состояния в p, v -, T, s - и h, s - координатах процесс получения перегретого пара из кипящей воды.
37. Дать определения понятиям «влажный пар», «степень сухости» пара, «сухой пар», «перегретый пар».
38. Определение количества подведенной теплоты для получения перегретого пара по h, s - диаграмме состояния пара.
39. Цикл и схема паротурбинной установки Ренкина на перегретом паре. Изображение в p, v -, T, s - и h, s - координатах. Способы повышения термического КПД.
40. Классификация холодильных установок по назначению.
41. На каком физическом явлении основан принцип получения «холода» в парокомпрессионных установках?
42. Схема энергопоток, элементы, принципиальная схема и цикл парокомпрессионной холодильной машины. Принцип получения «холода».
43. Схема энергопоток, элементы, рабочий цикл и область применения «теплового насоса». Понятие об «отопительном» коэффициенте.
44. Понятие о холодопроизводительности и теплопроизводительности.
45. Обосновать необходимые свойства рабочих тел (фреонов) для парокомпрессионной холодильной установки.
46. Устройство p, h - диаграммы состояния холодильных агентов, назначение изолиний на диаграммах.
47. Определение количества подведенной, отведенной теплоты и работы компрессора в цикле парокомпрессионной установки с помощью p, h - диаграммы состояния пара.

Раздел (тема) 2. Теплопередача

1. Способы передачи теплоты.
2. Понятие о теплопроводности как способе теплопередачи. Механизм процесса и условия для его возникновения.
3. Понятие о тепловом потоке и поверхностной плотности теплового потока.
4. Понятие о линейной плотности теплового потока.
5. Понятие о температурном поле и градиенте температур.
6. Основной закон теплопроводности. Физический смысл коэффициента теплопроводности.
7. Дифференциальное уравнение теплопроводности в Декартовой системе координат и его общее решение для нестационарного 3-х мерного процесса. Физический смысл коэффициента температуропроводности.
8. Закон распределения температур по толщине плоской стенки как результат решения дифференциального уравнения теплопроводности для стационарного 1-го мерного процесса;
9. Дифференциальное уравнение теплопроводности в цилиндрической системе координат и его общее решение для нестационарного 3-х мерного процесса. Физический смысл коэффициента температуропроводности.
10. Закон распределения температур по радиусу цилиндрической стенки как результат решения дифференциального уравнения теплопроводности для стационарного 1-го мерного процесса в цилиндрической системе координат.
11. Классификация краевых условий однозначности для решения дифференциального уравнения теплопроводности. Понятие о граничных условиях 3 рода.
12. Закон распределение температур по толщине плоской стенки при передаче теплоты теплопроводностью.
13. Понятие о конвекции как способе теплопередачи. Механизм процесса и условия для его возникновения.
14. Основной закон конвективного переноса теплоты (Ньютона-Римана). Понятие о коэффициенте теплоотдачи.
15. Понятие об излучении как способе теплопередачи. Механизм процесса и условия для его возникновения. Классификация потоков излучения.
16. Закон М.Планка для монохроматического излучения абсолютно черного тела. Физический смысл закон смещения В. Вина.
17. Закон Стефана-Больцмана для интегрального излучения абсолютно черного и «серого» тел.
18. Физический смысл понятия "серого тела". Понятие о коэффициенте излучения и степени черноты.
19. Способы, «механизмы» и законы передачи теплоты. Необходимое условие для возникновения процессов теплопередачи.
20. Понятие полного термического сопротивления теплопередачи для плоской неоднородной стенки (при граничных условиях 3-го рода).

21. Понятия полного линейного термического сопротивления теплопередачи для цилиндрической неоднородной стенки (при граничных условиях 3-го рода).
22. Структура критериальных уравнений для режима свободной конвекции (теплоотдачи). Понятие о критериях Нуссельта (Nu), Прандтля (Pr), Грасгоффа (Gr); физический смысл и применение.
23. Структура критериальных уравнений для режима вынужденной конвекции (теплоотдачи). Понятие о критериях Нуссельта (Nu), Прандтля (Pr), и Рейнольдса (Re); физический смысл и применение.
24. Уравнения для расчета теплоотдачи при конденсации пара.
25. Уравнения для расчета теплоотдачи при кипении жидкостей.
26. Понятие о кризисе кипения.
27. Выражение плотности теплового потока для стационарного процесса теплопередачи при граничных условиях 3 рода в плоской и цилиндрической стенках.
28. Зависимость линейной плотности теплового потока и полного линейного термического сопротивления трубы от внешнего диаметра наружного покрытия. Обоснование критерия выбора материала для эффективного теплоотвода с поверхности трубы.
29. Зависимость линейной плотности теплового потока и полного линейного термического сопротивления трубы с тепловой изоляцией от внешнего диаметра изоляции.
30. Обоснование критерия выбора материала («критический диаметр» изоляции) для эффективной тепловой изоляции на трубе.
31. Теплообменным аппаратом называется ...
32. Теплоноситель теплообменного аппарата – это
33. Понятие о «ходе» теплообменного аппарата. Примеры конструкции кожухотрубных 1-ходового и 2-ходового теплообменных аппаратов (схемы).
34. Классификация теплообменных аппаратов по принципу действия.
35. Классификация теплообменных аппаратов по назначению.
36. Классификация теплообменных аппаратов по температурному режиму.
37. Классификация теплообменных аппаратов по виду поверхности теплообмена.
38. Основные схемы течения в теплообменных аппаратах.
39. Особенности конструкции кожухотрубных теплообменных аппаратов.
40. Особенности конструкции пластинчатых теплообменных аппаратов.
41. Особенности конструкций прямоточного и противоточного теплообменных аппаратов.
42. Назначение поперечных перегородок в межтрубном пространстве кожухотрубных теплообменных аппаратов.
43. Материалы труб кожухотрубных теплообменных аппаратов.
44. Основные требования к теплоносителям теплообменных аппаратов.

45. Виды теплоносителей для теплообменных аппаратов в области положительных и отрицательных температур.
46. Показатели степени совершенства теплообменного аппарата и энергетической эффективности теплообменного аппарата.
47. Понятие о коэффициенте компактности теплообменного аппарата.
48. Понятие и единицы измерения полной теплоемкости массового расхода теплоносителя.
49. Записать уравнения, лежащие в основе тепловых расчетов теплообменных аппаратов: уравнение теплопередачи и уравнение теплового баланса.
50. Понятие о среднем коэффициенте теплопередачи теплообменного аппарата. Расчет среднего коэффициента теплопередачи всей поверхности.
51. График изменения температур вдоль "горячей" поверхности для теплоносителей в теплообменном аппарате-бойлере.
52. График изменения температур вдоль "горячей" поверхности для теплоносителей в теплообменном аппарате-испарителе.
53. Понятие о коэффициенте тепловой эффективности теплообменного аппарата-охладителя и теплообменного аппарата-нагревателя.
54. Понятие и определение среднего температурного напора теплообменного аппарата.
55. Цель, исходные данные и алгоритм конструкторского расчета теплообменных аппаратов.
56. Расчет площади теплопередающей поверхности в конструкторском расчете теплообменных аппаратов.
57. Графики изменения температур вдоль "горячей" поверхности для теплоносителей при прямоточной схеме теплообменного аппарата с соотношением $C1 > C2$ и $C1 < C2$.
58. Графики изменения температур вдоль "горячей" поверхности для теплоносителей при противоточной схеме теплообменного аппарата с соотношением $C1 > C2$ и $C1 < C2$.
59. Изменение локального температурного напора вдоль "горячей" поверхности для прямоточной схемы теплообменного аппарата (расчетное выражение).
60. Изменение локального температурного напора вдоль "горячей" поверхности для противоточной схемы теплообменного аппарата (расчетное выражение).

Шифр и содержание компетенции	Номера вопросов (из представленного списка)
ОПК-4 – способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи.	все

Критерии оценки:

- владение терминологией дисциплины;

- умение грамотно интерпретировать теоретический материал, давать пояснения (примеры), использовать различные формы мыслительной деятельности (анализ, синтез, оценивание, сравнение, обобщение и т.п.);
- грамотная, лаконичная, доступная и понятная речь и др.

Оценочная шкала

Оценка "**Зачтено**" выставляется, если обучающийся :

- усвоил учебный материал, владеет минимально необходимыми знаниями учебного материала, по существу и грамотно излагает его, владеет понятийным аппаратом, последовательно, четко, логически стройно и грамотно его излагает, интегрирует знания из новых или междисциплинарных областей, приводит практические примеры, отвечает на дополнительные вопросы.

Оценка "**Незачет**" соответствует критерию «**неудовлетворительно**» и выставляется, если обучающийся:

- не знает и не понимает значительную часть учебного материала; имеет разрозненные, бессистемные знания, не ориентируется в материале, не владеет понятийным аппаратом, искажает смысл определений, беспорядочно и неуверенно излагает ответ; допускает существенные принципиальные и (или) расчетные ошибки, не понимает порядок численных значений и размерностей заданных и искомых величин.

Типовые задачи для зачета

Типовые задания (задачи)⁶:

Раздел (тема) 1. Техническая термодинамика

1. Для идеального цикла Отто поршневого двигателя (с изохорным подводом теплоты) определить максимальные значения абсолютного давления и температуры. Рабочее тело - идеальный газ со свойствами воздуха ($R=287 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, $k=1,4$).

Известны параметры в начальной точке: абсолютное давление $p_1=100 \text{ кПа}$ и температура $t_1=27^\circ \text{C}$, а также степень сжатия $\varepsilon=10$, количество подводимой теплоты $2,0 \text{ МДж/кг}$.

2. Для идеального цикла Дизеля поршневого двигателя (с изобарным подводом теплоты) определить максимальные значения абсолютного давления и температуры. Рабочее тело - идеальный газ со свойствами воздуха ($R=287 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, $k=1,4$).

Известны параметры в начальной точке: абсолютное давление $p_1=100 \text{ кПа}$ и температура $t_1=27^\circ \text{C}$, а также степень сжатия $\varepsilon=16$, количество подводимой теплоты $1,0 \text{ МДж/кг}$.

3. Для идеального цикла Тринклера поршневого двигателя (с изохорным и изобарным подводом теплоты) определить значение максимального давления.

Известны параметры в начальной точке: абсолютное давление $p_1=100 \text{ кПа}$ и температура $t_1=27^\circ \text{C}$, а также степень сжатия $\varepsilon=15$, количество подводимой теплоты в изохорном процессе 500 кДж/кг . количество подводимой теплоты в изобарном процессе 600 кДж/кг . Рабочее тело - идеальный газ со свойствами воздуха.

4. Для идеального цикла Тринклера поршневого двигателя (с изохорным и изобарным подводом теплоты) определить значение максимальной температуры.

⁶ При оформлении типовых задач допускается выделять задачи по отдельным разделам (темам) дисциплины, а также задачи для различных форм и видов контроля.

Известны параметры в начальной точке: абсолютное давление $p_1 = 150$ кПа и температура $t_1 = 27^\circ\text{C}$, а также степень сжатия $\varepsilon = 15$, количество подводимой теплоты в изохорном процессе 500 кДж/кг. количество подводимой теплоты в изобарном процессе 600 кДж/кг. Рабочее тело - идеальный газ со свойствами воздуха.

5. Для идеального цикла Тринклера поршневого двигателя (с изохорным и изобарным подводом теплоты) определить температуры в характерных точках, термический КПД и среднее давление.

Известны параметры в начальной точке: абсолютное давление $p_1 = 100$ кПа и температура $t_1 = 27^\circ\text{C}$, а также степень сжатия $\varepsilon = 10$, количество подводимой теплоты 2,0 МДж/кг. Рабочее тело - идеальный газ со свойствами воздуха.

6. Для идеального цикла Отто поршневого двигателя (с изохорным подводом теплоты) определить температуры в характерных точках, термический КПД и среднее давление.

Известны параметры в начальной точке: абсолютное давление $p_1 = 100$ кПа и температура $t_1 = 27^\circ\text{C}$, а также степень сжатия $\varepsilon = 10$, количество подводимой теплоты 2,0 МДж/кг. Рабочее тело - идеальный газ со свойствами воздуха.

7. Для воздушной холодильной установки с холодопроизводительностью 16 кВт и расходом рабочего тела (воздуха) 0,1 кг/с определить теоретическую мощность привода (кВт) и количество теплоты (кВт), отводимое в окружающую среду

Известен холодильный коэффициент установки $\xi_x = 2,24$. Изобразить процессы цикла установки схематично в p, v - и T, s -системах координат.

8. Для воздушной теплонасосной установки с теплопроизводительностью 10,0 кВт и расходом рабочего тела (воздуха) 0,01 кг/с определить теоретическую мощность привода (кВт) и количество теплоты (кВт), отводимое в окружающую среду. Известен отопительный коэффициент установки $\xi_t = 4,01$. Изобразить процессы цикла установки схематично в p, v - и T, s -системах координат.

9. В воздушной холодильной установке с холодопроизводительностью 10 кВт воздух в холодильной камере (теплообменнике-1) при постоянном давлении $p_1 = 0,11$ МПа отбирает теплоту от охлаждаемых тел и при этом нагревается до $t_1 = -2^\circ\text{C}$. После адиабатического сжатия в компрессоре до давления $p_2 = 0,3$ МПа воздух поступает в теплообменник-2, где в результате отвода теплоты в окружающую среду при постоянном давлении его температура снижается до $t_3 = 55^\circ\text{C}$, а затем в расширительную машину (детандер), где адиабатически расширяется и давление его снижается до первоначального $p_4 = p_1$. Определить: холодильный коэффициент, количество теплоты (кВт), передаваемое окружающей среде в теплообменнике-2, необходимую теоретическую мощность установки. Изобразить процессы схематично в p, v - и T, s -системах координат.

10. Определить производительность и температуру газа в конце сжатия одноступенчатого поршневого компрессора, если для подачи в трубопровод воздуха под давлением 1,0 МПа требуется 5 кВт. Известно, что в систему охлаждения компрессора отводится 5 кВт тепловой энергии. Начальные параметры газа: абсолютное давление $p_1 = 0,1$ МПа, температура $t_1 = 27^\circ\text{C}$. Изобразить процесс сжатия в p, v - и T, s -координатах.

11. Определить производительность и температуру газа в конце сжатия одноступенчатого поршневого компрессора, если для подачи в трубопровод **аммиака** (NH_3) под давлением $0,4 \text{ МПа}$ требуется $1,0 \text{ кВт}$.

Известно, что в систему охлаждения компрессора отводится $1,0 \text{ кВт}$ тепловой энергии. Начальные параметры газа: абсолютное давление $p_1 = 0,12 \text{ МПа}$, температура $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Изобразить процесс сжатия в p, v - и $T, \Delta s$ - координатах.

12. Определить производительность и температуру газа в конце сжатия одноступенчатого центробежного компрессора, если для подачи в трубопровод **водорода** под давлением $1,0 \text{ МПа}$ требуется затратить мощность $2,0 \text{ кВт}$.

Процесс сжатия считать адиабатическим. Начальные параметры газа: абсолютное давление $p_1 = 0,2 \text{ МПа}$, температура $t_1 = 200^\circ\text{C}$.

Изобразить процессы сжатия в p, v - и $T, \Delta s$ - координатах.

13. По диаграмме состояния водяного пара определить теоретическую мощность турбины, если в паротурбинной установке перегретый водяной пар с начальным абсолютным давлением $2,0 \text{ МПа}$ и температурой 500°C адиабатно расширяется на лопатках турбины до абсолютного давления $p_2 = 0,15 \text{ МПа}$. Расход пара в турбине составляет $1,5 \text{ кг/с}$. Определить также температуру и состояние пара (степень сухости) после турбины.

14. Влажный водяной пар с начальным абсолютным давлением $p_1 = 0,8 \text{ МПа}$ и степенью сухости $x_1 = 0,94$ поступает в пароперегреватель, где его температура повышается на 200°C . После пароперегревателя пар расширяется адиабатически на лопатках турбины до абсолютного давления $p_2 = 5 \text{ кПа}$. Определить количество теплоты, подведенное в пароперегревателе, располагаемую работу пара в турбине, температуру и состояние пара (степень сухости) после турбины.

Раздел (тема) 2. Теплопередача

1. Определить во сколько раз снизятся затраты на отопление здания, если на ограждающие конструкции толщиной $1,0 \text{ м}$ из материала с коэффициентом теплопроводности $0,7 \text{ Вт/(мК)}$ наложить слой тепловой изоляции толщиной $0,05 \text{ м}$ с коэффициентом теплопроводности $0,05 \text{ Вт/(мК)}$. С внутренней стороны стены имеют слой штукатурки толщиной 10 мм с коэффициентом теплопроводности $0,4 \text{ Вт/(мК)}$. Коэффициент теплоотдачи с внутренней стороны $9,7 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$. Коэффициент теплоотдачи с внешней стороны для зимних условий $23 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$.

2. Определить температуру **внутренней** поверхности стены здания толщиной $1,0 \text{ м}$, если на ограждающие конструкции из материала с коэффициентом теплопроводности $0,8 \text{ Вт/(мК)}$ наложить слой тепловой изоляции толщиной $0,05 \text{ м}$ с коэффициентом теплопроводности $0,07 \text{ Вт/(мК)}$. Внутри помещения требуется поддерживать температуру воздуха 20°C . Температура окружающего воздуха с внешней стороны -20°C . Коэффициент теплоотдачи с внутренней стороны $9,3 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$, коэффициент теплоотдачи с внешней стороны для зимних условий $23 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$.

4. Определить температуру **наружной** поверхности стены здания толщиной $0,75 \text{ м}$, если на ограждающие конструкции из материала с коэффициентом теплопроводности $1,0 \text{ Вт/(мК)}$ наложить слой тепловой изоляции толщиной $0,05 \text{ м}$ с коэффициентом теплопроводности $0,05 \text{ Вт/(мК)}$. Внутри помещения требуется поддерживать

температуру воздуха $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура окружающего воздуха с внешней стороны $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи с внутренней стороны $9,5\text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$, коэффициент теплоотдачи с внешней стороны для зимних условий $23\text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$.

5. Выбрать рациональное место установки теплоизоляционного покрытия (внутри или снаружи), определив температурный режим стены здания толщиной $1,0\text{ м}$, если на ограждающие конструкции из материала с коэффициентом теплопроводности $1,0\text{ Вт}/(\text{мК})$ наложить слой тепловой изоляции толщиной $0,05\text{ м}$ с коэффициентом теплопроводности $0,05\text{ Вт}/(\text{мК})$. Внутри помещения требуется поддерживать температуру воздуха $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура окружающего воздуха с внешней стороны $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи с внутренней стороны принять $10\text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$, коэффициент теплоотдачи с внешней стороны принять $20\text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$.

6. Определить температуру **наружной** поверхности трубы с наружным диаметром 10 мм и толщиной стенки $1,0\text{ мм}$, по которой внутри движется горячая вода со скоростью 1 м/с , имеющая среднюю температуру $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. С наружной поверхности трубы находится воздух с температурой $20\text{ }^{\circ}\text{C}$., обеспечивающий в режиме свободной конвекции интенсивность теплоотдачи $9,5\text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Коэффициент теплопроводности материала трубы $120\text{ Вт}/(\text{мК})$. Допускается дать схему решения задачи

7. Определить температуру **внутренней** поверхности трубы с наружным диаметром 10 мм и толщиной стенки $1,0\text{ мм}$, по которой внутри движется горячая вода со скоростью 1 м/с , имеющая среднюю температуру $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. С наружной поверхности трубы находится воздух с температурой $20\text{ }^{\circ}\text{C}$., обеспечивающий в режиме свободной конвекции интенсивность теплоотдачи $9,5\text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Коэффициент теплопроводности материала трубы $120\text{ Вт}/(\text{мК})$. Допускается дать схему решения задачи

8. Внутри алюминиевой трубки с наружным диаметром $d=16\text{ мм}$ и толщиной стенки $\delta=2,5\text{ мм}$ движется горячая вода со скоростью $w_1=0,5\text{ м/с}$, имеющая среднюю температуру $t_f=100\text{ }^{\circ}\text{C}$. С наружной поверхности трубку обтекает поперечный поток воздуха со средней скоростью $w_2=5\text{ м/с}$ и температурой $t_{f2}=30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наружная поверхность покрыта слоем материала толщиной $\delta_2=100\text{ мм}$ с известным коэффициентом теплопроводности $\lambda_2=0,25\text{ Вт}/(\text{мК})$. Определить: линейные термические сопротивления теплопередаче для трубы без наружного покрытия и с покрытием; критический диаметр внешней изоляции; сделать вывод об эффективности внешнего покрытия как тепловой изоляции. При решении рассчитать коэффициенты теплоотдачи для внутренней и наружной поверхностей трубы с помощью уравнений подобия. Допускается дать схему решения задачи

9. Внутри горизонтальной латунной трубы круглого поперечного сечения с наружным диаметром $d=10\text{ мм}$ и толщиной стенки $\delta=1,0\text{ мм}$ движется горячая вода со скоростью $w_1=1\text{ м/с}$, имеющая среднюю температуру $t_f=80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наружная поверхность трубки находится в воздухе с температурой $t_{f2}=25\text{ }^{\circ}\text{C}$. И покрыта слоем материала толщиной $\delta_2=100\text{ мм}$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda_2=0,2\text{ Вт}/(\text{мК})$. Определить: линейные термические сопротивления теплопередаче для трубы без наружного покрытия и с покрытием; критический диаметр внешней изоляции; сделать вывод об эффективности внешнего покрытия как тепловой изоляции. При решении рассчитать коэффициенты теплоотдачи для внутренней и наружной поверхностей трубы с помощью уравнений подобия. Допускается дать схему решения задачи.

Шифр и содержание компетенции	Номера заданий (из представленного списка)
ОПК-4 – способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи.	Все задачи

Критерии оценки:

- владение терминологией дисциплины;
- умение грамотно интерпретировать теоретический материал, давать пояснения (примеры), использовать различные формы мыслительной деятельности (анализ, синтез, оценивание, сравнение, обобщение и т.п.);
- умение составить алгоритм решения задачи;
- грамотное изложение решения задачи в соответствии с принятым алгоритмом;
- нахождение правильного решения (ответа) задачи.
- грамотная, лаконичная, доступная и понятная речь.

Оценочная шкала

Оценка «**Зачтено**» выставляется, если обучающийся:

- способен в течение отведенного времени дать правильное и в полном объеме; решение предложенной задачи без существенных ошибок;
- при решении правильно применяет теоретические положения, обосновывает принятые решения, владеет необходимыми приемами и навыками решения задач, использует рациональные приемы их решения.
- понимает порядок численных значений и размерностей заданных и искомых величин;
- укладывается в сроки, установленные регламентом.

Оценка «**Не зачтено**» выставляется, если обучающийся:

- испытывает затруднения при решении задач или не может их выполнить самостоятельно;
- допускает принципиальные ошибки, существенные расчетные ошибки, не понимает порядок численных значений и размерностей заданных и искомых величин;
- не представляет для проверки решение в установленные регламентом срок.

Теоретическая часть **зачета** может проводиться в виде тестирования.

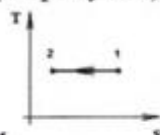
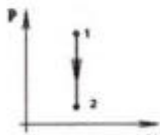
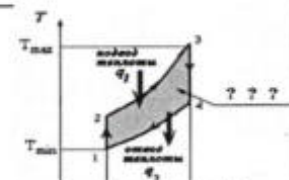
В этом случае учитывается письменный результат индивидуальной аудиторной работы каждого обучающегося в соответствии с тестовым заданием (бланочное тестирование).

Каждый вариант тестового задания состоит из 20 вопросов, составленными в соответствии с тематическим содержанием дисциплины. В правой части бланка задания приведены ответы, из которых обучающийся должен выбрать правильный ответ (могут быть несколько правильных ответов).

Среднее время выполнения задания – 30 мин.

**Типовые тестовые задания
для итогового контроля по дисциплине⁷**

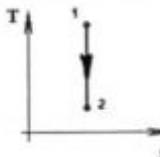
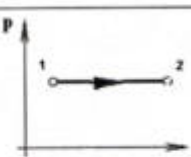
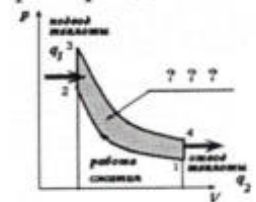
Вариант 1

№	Вопрос	Выберите правильный вариант ответа	От- вет
1	Первое начало термодинамики для закрытых термодинамических систем:	1. $q = \Delta h + l_0$ 2. $Q = \Delta U + L$ 3. $p \cdot v_\mu = R_\mu \cdot T$ 4. $dh = du + dl_{\text{энтальпия}}$ 5. $q = \left(\Delta u + \frac{w^2}{2} \right) + l_{\text{энтальпия}}$	
2	Термическое уравнение состояния идеального газа: здесь R_μ - универсальная газовая постоянная; R - индивидуальная газовая постоянная	1. $p \cdot v_\mu = R_\mu \cdot T$; 2. $p \cdot V = m \cdot R_\mu \cdot T$; 3. $p \cdot v = R \cdot T$; 4. $\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^k$ 5. $Q = \Delta U + L$	
3	В изотермическом процессе 1-2 (на рисунке) 	1. увеличивается 2. остается неизменным 3. уменьшается	
4	Как изменяется в процессе 1-2 на рисунке температура; подводится или отводится теплота? 	1. температура уменьшается; теплота отводится; 2. температура увеличивается; теплота подводится; 3. температура увеличивается, теплота отводится; 4. температура постоянна, теплота подводится;	
5	В каком термодинамическом процессе идеального газа вся работа расширения совершается только за счет внутренней энергии?	1 - в изобарном; 2- в адиабатическом; 3- в изотермическом; 4- в изохорном; 5- в политропном.	
6	Если обозначено: Q_1 – теплота, подводимая к рабочему телу от «горячего источника», а Q_2 – теплота, отводимая от рабочего тела «холодному» источнику, то термический КПД термодинамического цикла может быть рассчитан как...	1. отношение полезной работы цикла к Q_1 ; 2. отношение полезной работы цикла к Q_2 ; 3. отношение полезной работы цикла к полезной теплоте; 4. отношение полезной работы цикла к теплоте сгорания топлива 5. отношение Q_1 к Q_2 .	
7	Площадь 1-2-3-4 внутри термодинамического цикла на рисунке соответ- 	1. подводимой теплоте 2. полезной работе 3. полезной теплоте 4. располагаемой работе	

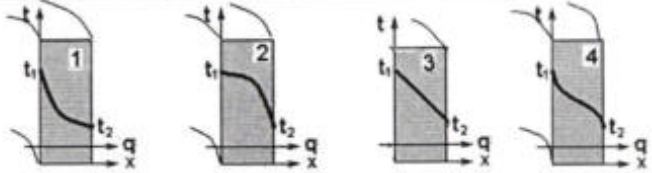
⁷ При оформлении оценочных материалов в виде тестовых заданий допускается разделение заданий по видам контроля (тесты для текущего контроля и тесты для итогового контроля), по разделам дисциплины

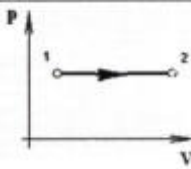
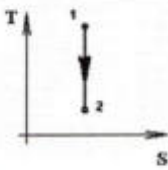
	стствует.....		
8	Если обозначено: Q_1 – теплота, подводимая к рабочему телу от «горячего источника», а Q_2 – теплота, отводимая от рабочего тела «холодному» источнику, то среднее давление идеального термодинамического цикла может быть рассчитано как.....	1. среднеарифметическое значение давлений в характерных точках цикла; 2. отношение полезной работы к Q_1 (подводимой от «горячего» источника теплоте); 3. отношение полезной работы цикла к рабочему объему.	
9	Идеальный термодинамический цикл, являющийся прототипом для современных дизельных двигателей , изображен на рисунке под номером...		
10	Минимальные затраты энергии на привод одноступенчатого компрессора при сжатии идеального газа в одинаковом диапазоне давлений имеет место в процессе.....	1. адиабатическом ; 2. изотермическом ; 3. политропном с показателем меньшим, чем адиабата; 4. политропном с показателем большим, чем адиабата.	
11	В цикле паротурбинной установки на рисунке в h,s -системе координат процесс b-c соответствует состоянию.....	1. нагреву жидкости до кипения 2. кипению жидкости с образованием влажного и сухого пара 3. состоянию сухого насыщенного пара 4. конденсации влажного насыщенного пара 5. получению перегретого пара	
12	Основной закон теплоотдачи (Ньютона-Римана):	1. $\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \cdot \nabla^2 t$ 2. $q = \alpha \cdot (t_w - t_f)$ 3. $q = -\lambda \cdot \text{grad} t$ 4. $E = c_w \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$	
13	Процесс конвективного теплообмена осуществляется за счет ...	1. перемещения макромасс вещества в пространстве из нагретой области в «холодную»; 2. интенсивности хаотичного движения свободных элементарных частиц вещества и обусловлен их концентрацией; 3. преобразования внутренней энергии тела в энергию электромагнитных волн и обратно.	
14	Основной закон теплопроводности (Фурье):	1. $\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \cdot \nabla^2 t$ 2. $E = c_w \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$ 3. $q = \alpha \cdot (t_w - t_f)$ 4. $q = -\lambda \cdot \text{grad} t$	
15	Коэффициент теплопроводности в уравнении основного закона теплопроводности Фурье характеризует....	1. термическое сопротивление границы между поверхностью и жидкостью (газом) 2. теплоемкость тела ; 3. способность вещества проводить теплоту	

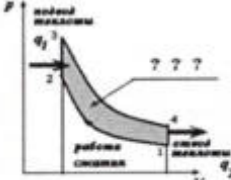
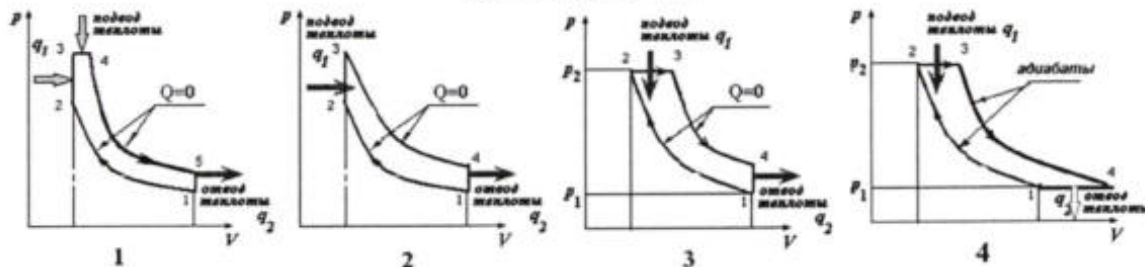
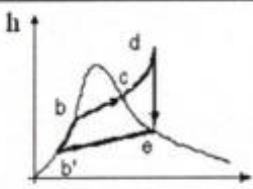
		4. тепловые инерционные свойства вещества и скорость изменения температурного поля	
16	График распределения температуры по толщине однослойной цилиндрической стенки ...		
17	Выражение для термического сопротивления многослойной плоской стенки в условиях теплопередачи (граничные условия 3 рода):	1. $\sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}$ 2. $\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}$ 3. $\frac{1}{\alpha_1 \cdot d_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot d_{n+1}}$ 4. $\frac{\delta}{\lambda}$	
18	Безразмерный комплекс размерных величин, характерных для конвективного теплообмена, представляющий собой соотношение между подъемной силой и силой вязкостного трения в жидкости – это критерий	1. Нуссельта $Nu = \frac{\alpha \cdot l_0}{\lambda_f}$; 2. Рейнольдса $Re = \frac{w_0 \cdot l_0}{\nu_f}$; 3. Прандтля $Pr = \frac{\nu}{a}$; 4. Грасгофа $Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot l_0^3}{\nu^2}$.	
19	Тело называют абсолютно белым, если ...	1. коэффициенты поглощения, отражения, пропускания равны: $A=R=D$; 2. коэффициенты пропускания $D=0$ и поглощения $A=0$. 3. коэффициент пропускания $D=1$; 4. коэффициент поглощения $A=1$.	
20	Для расчета средней теплоотдачи при вынужденном обтекании одиночной трубы поперечным потоком среды используется уравнение подобия	1. $\overline{Nu} = 0,66 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_w}\right)^{0,25}$ 2. $\overline{Nu} = 0,25 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,37} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_w}\right)^{0,25}$ 3. $\overline{Nu} = 0,021 \cdot Re^{0,83} \cdot Pr^{0,60} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_w}\right)^{0,25}$ 4. $\overline{Nu} = 0,50 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,25} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_w}\right)^{0,25}$	

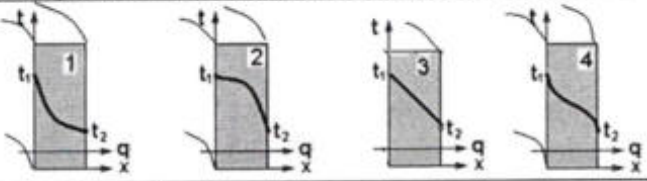
№	Вопрос	Выберите правильный вариант ответа	От- вет
1	Первое начало термодинамики для <u>закрытых</u> термодинамических систем:	1. $q = \Delta h + l_0$ 2. $Q = \Delta U + L$ 3. $dh = du + dl_{\text{внеш}}$ 4. $q = \left(\Delta u + \frac{w^2}{2} \right) + l_{\text{внеш}}$	
2	Универсальная газовая постоянная – это	1. работа расширения 1 моля идеального газа в изобарном процессе при изменении температуры на 1 К; 2. работа расширения 1 кг идеального газа в изобарном процессе при изменении температуры на 1 К; 3. работа расширения 1 м ³ идеального газа в изобарном процессе при изменении температуры на 1 К;	
3	 В адиабатическом процессе 1-2 (на рисунке) <u>объем</u> идеального газа	1. увеличивается 2. остается неизменным 3. уменьшается	
4	 Как изменяется в процессе 1-2 (на рисунке) температура; подводится или отводится теплота?	1. температура уменьшается; теплота отводится 2. температура увеличивается; теплота подводится 3. температура увеличивается, теплота отводится 4. температура постоянна, теплота подводится	
5	В каком термодинамическом процессе идеального газа вся подводимая теплота расходуется только на работу расширения?	1 - в изобарном; 2- в адиабатическом; 3 - в политропном; 4- в изохорном; 5 - в изотермическом;	
6	Если обозначено: Q_1 – теплота, подводимая к рабочему телу от «горячего источника», а Q_2 – теплота, отводимая от рабочего тела «холодному» источнику, то термический КПД термодинамического цикла может быть рассчитан как...	6. отношение полезной работы цикла к полезной теплоте; 7. отношение полезной работы цикла к Q_2 ; 8. отношение Q_1 к Q_2 9. отношение полезной работы цикла к Q_1 ;	
7	Площадь 1-2-3-4 внутри термодинамического цикла соответствует..... 	5. подводимой теплоте 6. полезной теплоте 7. располагаемой работе 8. полезной работе	
8	Если обозначено: Q_1 – теплота, подводимая к рабочему телу от «горячего	4. отношение полезной работы к Q_1 (подводимой от «горячего» источника теплоте);	

	источника, а $Q_{\text{ч}}$ – полезная теплота цикла, то среднее давление идеального термодинамического цикла может быть рассчитано как.....	5. среднеарифметическая сумма значений давлений в характерных точках цикла; 6. отношение полезной работы или полезной теплоты $Q_{\text{ч}}$ цикла к рабочему объему. 4. отношение полезной работы к полезной теплоте $Q_{\text{ч}}$.	
9	Идеальный термодинамический цикл Тринклера изображен на рисунке под номером		
10	Максимальная температура при сжатии идеального газа одноступенчатым компрессором в одинаковом диапазоне давлений имеет место в процессе.....	1. адиабатическом 2. изотермическом 3. политропном с показателем меньшим, чем адиабата; 4. политропном с показателем большим, чем адиабата.	
11	В цикле паротурбинной установки на рисунке в h, s-системе координат процесс c-d соответствует	1. нагреву жидкости до кипения 2. кипению жидкости с образованием влажного пара 3. состоянию сухого насыщенного пара 4. конденсации влажного насыщенного пара 5. получению перегретого пара	
12	Основной закон теплопроводности (Фурье):	$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \cdot \nabla^2 t$ $E = c_{\text{оп}} \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$ $q = \alpha \cdot (t_w - t_f)$ $q = -\lambda \cdot \text{grad} t$	
13	Процесс теплопроводности осуществляется за счет....	1. перемещения макромасс вещества в пространстве из нагретой области в «холодную»; 2. интенсивности хаотичного движения свободных элементарных частиц вещества и обусловлен их концентрацией; 3. преобразования внутренней энергии тела в энергию электромагнитных волн и обратно.	
14	Основной закон теплоотдачи конвекцией.....(Ньютона-Римана):	$q = \left(\Delta u + \frac{w^2}{2} \right) + l_{\text{вытес}}$ $E = c_{\text{оп}} \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$ $q = \alpha \cdot (t_w - t_f)$ $q = -\lambda \cdot \text{grad} t$	
15	Коэффициент теплоотдачи характеризует....	1. способность жидкости проводить теплоту 2. совокупность свойств: теплоемкость и вязкость жидкости; 3. термическое сопротивление границы между поверхностью и жидкостью (газом). 4. тепловые инерционные свойства вещества	

		и скорость изменения температурного поля.	
1 6	График распределения температуры по толщине однородной плоской стенки ...		
1 7	Выражение для линейного термического сопротивления неоднородной цилиндрической стенки в условиях теплопередачи (граничные условия 3 рода)	1. $\frac{\delta}{\lambda}$ 2. $\frac{1}{\alpha_1 \cdot d_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot d_{n+1}}$ 3. $\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}$ 4. $\sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}$	
1 8	Безразмерный комплекс размерных величин, характерных для конвективного теплообмена, представляющий собой соотношение между силами инерции и силами вязкости в потоке – это критерий.....	$Nu = \frac{\alpha \cdot l_0}{\lambda_f}$; 2. Грасгофа 1. Нуссельта $Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot l_0^3}{\nu^2}$; $Pr = \frac{\nu}{a}$; 4. Рейнольдса 3. Прандтля $Re = \frac{w_0 \cdot l_0}{\nu_f}$	
1 9	Тело называют абсолютно черным, если ...	5. коэффициенты поглощения, отражения, пропускания равны: $A=R=D$; 6. коэффициент отражения $R=1$; 7. коэффициент пропускания $D=1$; 8. коэффициент поглощения $A=1$.	
2 0	Для расчета средней теплоотдачи при <u>турбулентном</u> стабилизированном течении внутри труб используется уравнение подобия	1. $\overline{Nu} = 0,66 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_w}\right)^{0,25}$ 2. $\overline{Nu} = 0,50 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,25} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_w}\right)^{0,25}$ 3. $\overline{Nu} = 0,41 Re^{0,6} Pr^{0,33} \left(\frac{Pr}{Pr_w}\right)^{0,25} \epsilon_s$ 4. $\overline{Nu_d} = 0,021 \cdot Re_d^{0,8} \cdot Pr^{0,40} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_w}\right)^{0,25}$	

№	Вопрос	Выберите правильный вариант ответа	От- вет
1	Первое начало термодинамики для <u>открытых</u> термодинамических систем:	$q = \left(\Delta u + \frac{w^2}{2} \right) + l_{\text{вытес}}$ 1. $q = \Delta h + l_0$ 2. $dh = du + dl_{\text{вытес}}$ 3. $q = \Delta u + l$ 4.	
2	Универсальная газовая постоянная – это	1. работа расширения 1 кг идеального газа в изобарном процессе при изменении температуры на 1 К; 2. работа расширения 1 моля идеального газа в изобарном процессе при изменении температуры на 1 К; 3. работа расширения 1 м³ идеального газа в изобарном процессе при изменении температуры на 1 К;	
3	 Как изменяется в процессе 1-2 (на рисунке) температура; подводится или отводится теплота?	1. температура уменьшается; теплота отводится 2. температура постоянна; теплота подводится 3. температура увеличивается; теплота отводится 4. температура увеличивается; теплота подводится	
4	 В адиабатическом процессе 1-2 (на рисунке) <u>давление</u> идеального газа	1. остается неизменным 2. увеличивается 3. уменьшается	
5	В каком термодинамическом процессе идеального газа вся подводимая теплота расходуется только на работу расширения?	1 - в изохорном; 2- в адиабатическом; 3 - в политропном; 4 в изотермическом; 5 - в изобарном;	
6	Если обозначено: Q_1 – теплота, подводимая к рабочему телу от «горячего источника», а Q_2 – теплота, отводимая от рабочего тела «холодному» источнику, то термический КПД термодинамического цикла может быть рассчитан как...	1. отношение полезной работы цикла к полезной теплоте; 2. отношение полезной работы цикла к Q_2 ; 3. отношение полезной работы цикла к Q_1 ; 4. отношение Q_1 к Q_2 ;	

7	Площадь 1-2-3-4 внутри термодина- мического цикла соответствует.....		1. подводимой теплоте 2. полезной работе 3. располагаемой работе 4. полезной теплоте
8	Если обозначено: Q_1 – теплота, подво- димая к рабочему телу от «горячего источника, а Q_u – полезная теплота цикла, то среднее давление идеального термо- динамического цикла может быть рас- считано как.....	1. отношение полезной работы к Q_1 (подводи- мой от «горячего» источника теплоте); 2. среднеарифметическая сумма значений давле- ний в характерных точках цикла; 3. отношение полезной работы к полезной теп- лоте Q_u ; 4. отношение полезной работы или полезной теплоты Q_u цикла к рабочему объему.	
9	Идеальный термодинамический цикл газотурбинной установки изображен на рисунке под номером		
10	Максимальная температура при сжа- тии идеального газа одноступенчатым компрессором в одинаковом диапазо- не давлений имеет место в процес- се.....	1. адиабатическом 2. политропном с показателем большим, чем адиабата. 3. политропном с показателем меньшим, чем адиабата; 4. изотермическом	
11	 В цикле паротур- бинной установки на рисунке в h,s - системе координат процесс d-e соот- ветствует	1. нагреву жидкости до кипения 2. кипению жидкости с образованием влажного пара 3. расширению на турбине 4. конденсации влажного насыщенного пара 5. получению перегретого пара	
12	Основной закон теплопроводности (Фурье):	1. $\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \cdot \nabla^2 t$ 2. $q = -\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial n}$ 3. $q = \alpha \cdot (t_w - t_f)$ 4. $E = c_w \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$	
13	Процесс теплопроводности осуще- ствляется за счет....	1. перемещения макромасс вещества в про- странстве из нагретой области в «холодную»; 2. интенсивности хаотичного движения сво- бодных элементарных частиц вещества и обу- словлен их концентрацией;	

		3. преобразования внутренней энергии тела в энергию электромагнитных волн и обратно.	
14	Основной закон теплоотдачи конвекцией.....(Ньютона-Римана):	$q = \left(\Delta u + \frac{w^2}{2} \right) + l_{\text{нагн}}$ $E = c_{\text{эф}} \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$ $q = -\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial n}$ $q = \alpha \cdot (t_w - t_f)$	
15	Коэффициент теплоотдачи характеризует....	1. способность жидкости проводить теплоту 2. совокупность свойств: теплоемкость и вязкость жидкости; 3. термическое сопротивление границы между поверхностью и жидкостью (газом). 4. тепловые инерционные свойства вещества и скорость изменения температурного поля.	
16	График распределения температуры по толщине однородной плоской стенки ...		
17	Выражение для линейного термического сопротивления неоднородной цилиндрической стенки в условиях теплопередачи (граничные условия 3 рода)	$1. \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} \quad \text{и} \quad 2. \frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}$ $3. \frac{1}{\alpha_1 \cdot d_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot d_{n+1}} \quad 4. \frac{\delta}{\lambda}$	
18	Безразмерный комплекс размерных величин, характерных для конвективного теплообмена, представляющий собой соотношение между силами инерции и силами вязкости в потоке – это критерий.....	1. Нуссельта $Nu = \frac{\alpha \cdot l_0}{\lambda_f}$; 2. Рейнольдса $Re = \frac{w_0 \cdot l_0}{\nu_f}$; 3. Прандтля $Pr = \frac{\nu}{a}$; 4. Грасгофа $Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot l_0^3}{\nu^3}$	
19	Тело называют абсолютно черным, если ...	1. коэффициенты поглощения, отражения, пропускания равны: $A=R=D$; 2. коэффициент отражения $R=1$; 3. коэффициент поглощения $A=1$. 4. коэффициент пропускания $D=1$;	
20	Для расчета средней теплоотдачи при стабилизированном внешнем обтекании одиночной трубы используется уравнение подобия	$1. \overline{Nu} = 0,66 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_s} \right)^{0,25} \quad 2. \overline{Nu} = 0,50 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,25} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_s} \right)^{0,25}$ $3. \overline{Nu} = 0,25 \cdot Re^{0,6} \cdot Pr^{0,37} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_s} \right)^{0,25} \quad 4. \overline{Nu_d} = 0,021 \cdot Re_d^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_s} \right)^{0,25}$	

Шифр и содержание компетенции	Номера вопросов (из представленного списка)
Компетенция ОПК-4 – обладать способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач. Компетенция ПК-3- обладать способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в техническом обеспечении исследований и реализации их результатов.	1-20

Критерии оценки:

- соблюдение времени, предоставленного для решения тестовых заданий;
- доля выполненных тестовых заданий за отведенное время.

Оценочная шкала

Оценка «**отлично**» (оценка 5) выставляется, если обучающийся: соблюдает время, предоставленного для решения заданий; дает положительные ответы на более, чем на 18 вопросов .

Оценка «**хорошо**» (оценка 4) выставляется, если обучающийся: соблюдает время, предоставленного для решения заданий; допуская незначительные неточности в ответах, дает положительные ответы на 15-18 вопросов .

Оценка «**удовлетворительно**» (оценка 3) выставляется, если обучающийся: соблюдает время, предоставленного для решения заданий; дает положительные ответы на 10-14 вопросов .

Оценка «**неудовлетворительно**» (оценка 2) выставляется, если обучающийся: превышает время, предоставленного для решения заданий или обнаруживает незнание большей, или наиболее важной части учебного материала, допускает грубые ошибки при выборе правильных ответов, дает положительные ответы менее чем на 10 вопросов.

3. Методические материалы⁸

3.1 Общие сведения о выборе структуры ФОСД

Основной частью контрольно-измерительных и оценочных материалов в составе ФОСД являются компетентностно-ориентированные задания (КОЗ), позволяющие оценить степень достижения следующих категорий образовательных целей «Знание», «Понимание», «Применение», «Анализ», «Синтез», «Оценка».

Категория **Знание** предполагает выполнение обучающимся простых действия по запоминанию и воспроизведению изученного материала. Общая черта данной категории – припоминание обучающимся соответствующих сведений (терминологии, классификаций и категорий, конкретных фактов, методов и процедур, основных понятий, правил и принципов), выбор объекта деятельности и выявление закономерности.

⁸ Раздел 3 ФОСД заполняется преподавателем самостоятельно с использованием рекомендаций настоящего приложения

стей, связанных с объектом ситуации, определение местонахождения конкретных элементов информации. При этом информация воспроизводится практически в том же виде, в котором была получена.

Категория **Понимание** характеризуется постановкой проблем, связанных с объектом исследования (изучения), передачей идеи каким-либо способом. Студент понимает факты, правила и принципы, преобразует (трансформирует) учебный материал из одной формы выражения в другую (например, словесный материал в математические выражения), интерпретирует материал, схемы, графики, диаграммы, вытекающие из имеющихся данных и т.п.; объясняет, прогнозирует дальнейшее развитие явлений, событий; раскрывает связи между идеями, фактами, определениями или ценностями.

Категория **Применение** предполагает использование обучающимся знаний из различных областей для решения проблем и их исследования. Контрольные задания данной категории характеризуются простотой действий, которые обозначают умение обучающегося использовать изученный материал в конкретных условиях и в новых практических ситуациях, демонстрировать правильное применение метода или процедуры, соблюдать принципы, правила и законы. Результат обучения предполагает более высокий уровень владения материалом, подразумевает применение обучающимся нестандартных ответов и поиск решений.

Категория **Анализ** подразумевает выполнение обучающимся сложных действий (деятельности), характеризующих комплексные умения проводить различия между фактами и предположениями, формулировать задачи на основе анализа ситуации. Студент должен быть способен расчленять информацию на составные части, анализировать элементы, соотношения, выявлять взаимосвязи между ними, выделять скрытые или неявные предположения, видеть ошибки в логике рассуждений, проводить разграничения между фактами и следствиями, определять причины, последствия, мотивы, приходить к определенным умозаключениям. Контрольные задания для данной категории образовательных целей требуют осознания обучающимся как содержания учебного материала, так и его структуры, внутреннего строения.

Категория **Синтез** подразумевает обоснование и представление обучающимся выбранного способа решения задачи, демонстрацию того, как идея или продукт могут быть изменены, творческое решение проблем на основе оригинального мышления, создание из различных идей нового или уникального продукта или плана. Студент проявляет сложные действия (деятельность), характеризующие комплексные умения комбинировать элементы для получения целого, обладающего новизной (готовит доклад, пишет научную работу, предлагает план эксперимента, действий, решения проблемы, интерпретирует и прогнозирует результаты, преобразует информацию из разных источников), т.е. выполняет деятельность творческого характера. Контрольные задания для данной категории образовательных целей дают возможность использовать собственные знания и опыт обучаемого для творческого решения проблемы.

Категория **Оценка (оценивание)** предполагает выполнение обучающимся сложных действий, которые характеризуют его способность оценивать роль или значение какого-либо утверждения, явления, объекта, экспериментальных или теоретических данных для конкретной цели на основе четких, заранее заданных крите-

риев – внутренних (структурных, логических) и внешних, выявляющих соответствие намеченной цели. Критерии могут определяться либо самим студентом, либо задаваться ему извне (например, преподавателем). Студент оценивает логику построения материала в форме письменного текста, схемы или алгоритма, качество собственных идей и возможных последствий принятого решения (как позитивных, так и негативных), прогнозирует развитие ситуации, выявляет значение материала или идеи для данной конкретной цели на основе критериев или стандартов, соответствие выводов имеющимся данным, значимость полученных данных, результатов и т.д. При этом возможно получение неоднозначных ответов, что, как правило, не позволяет использовать средства автоматизированного контроля образовательных результатов.

В табл. 3.1 приведены обобщенные сведения о применимости различных структур КОЗ для разных видов и форм контроля по дисциплине.

Таблица 3.1 – Соответствие структуры КОЗ в составе ФОСД категориям образовательных целей, видам и формам контроля

Вид контроля	Категория образовательных целей, формы контроля					
	Знание	Понимание	Применение	Анализ	Синтез	Оценка
				Творчество		
Текущий контроль	Тестовые задания по лабораторным и практическим занятиям.		Оценочные материалы для выполнения и защиты расчетно-графической работы), Контрольные задания (задачи) для практических работ и лабораторных	Контрольные задания на анализ, синтез, оценку		
Итоговый контроль по дисциплине	Вопросы для экзамена по дисциплине		Контрольные задания (задачи) для экзамена	Прочие виды контрольных заданий на анализ, синтез, оценку (для экзамена)		

В зависимости от содержания дисциплины, форм контроля по учебному плану и рабочей программе по дисциплине и других факторов преподаватель может выбрать указанные в таблице 3.1 или дополнительные (дидактически эквивалентные) формы контроля.

3.2 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Этапы формирования компетенций отражены в таблице 1.3 ФОСД «Матрица соответствия разделов дисциплины и осваиваемых компетенций».

Оценка компетенций осуществляется на всех этапах их формирования при осуществлении текущего и итогового контроля по дисциплине с применением

контрольно-измерительных и оценочных материалов, представленных в ФОСД. Критерии оценки и оценочная шкала приведены для различных видов контрольно-измерительных материалов в составе ФОСД.

Уровень сформированности компетенций оценивается в рамках итогового контроля по учебной дисциплине в следующей шкале:

«Базовый» - соответствует академической оценке «удовлетворительно», «зачтено»;

«Нормальный» - соответствует академической оценке «хорошо»;

«Повышенный» - соответствует академической оценке «отлично».

Общие рекомендации по критериям оценки уровня учебных достижений и уровня сформированности компетенций, а также по применению и использованию оценочных шкал приведены в П ЯГТУ 02.02.05 – 2016.