

КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

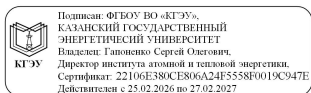
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИАТЭ
протокол №9 от 28.04.2026**

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики
_____ Чичирова Н.Д.



«21» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая термодинамика

Специальность: 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Квалификация

специалист

г. Казань, 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - специалитет по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 154)

Программу разработал(и):

доцент, к.т.н. _____Попкова О.С.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теоретические основы теплотехники, протокол №229 от 15.06.2021

Зав. кафедрой _____Дмитриев А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Атомные и тепловые электрические станции, протокол №21-20/21 от 18.06.2021г.

Зав. кафедрой _____Чичирова Н.Д.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/21 от 21.06.2021 г.

Зам. директора института Теплоэнергетики _____/Власов С.М./

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/21 от 21.06.2021 г.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Техническая термодинамика» является изучение, процессов преобразования энергии в турбомашинах, термодинамических свойств рабочих тел и теплоносителей, используемых в теплоэнергетике, фундаментальных законов термодинамики, термодинамических процессов и циклов преобразования энергии, протекающих в теплотехнических установках.

Задачами освоения дисциплины «Техническая термодинамика» является

- выработка умений экспериментального исследования и анализа характеристик теплоэнергетического оборудования и турбомашин,
- овладение основными понятиями технической термодинамики, терминологией, законами, основными процессами, протекающими в тепловых машинах, методами расчета и экспериментального определения свойств рабочих тел и теплоносителей.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)		
ОПК-1 Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1.1 Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной	<i>Знать:</i> знать законы термодинамики, методы проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок и методы математического и физического моделирования тепловых процессов <i>Уметь:</i> уметь проводить термодинамические расчеты связанные с проектированием теплоэнергетической установок и машин <i>Владеть:</i> владеть методами проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок и методами математического и физического моделирования тепловых процессов

ОПК-1 Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1.12 Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	<i>Знать:</i> знать законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, калорические и переносные свойства веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям, динамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в тепло-технических установках <i>Уметь:</i> уметь проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД <i>Владеть:</i> владеть основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности
---	---	---

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Техническая термодинамика» относится к обязательной части учебного плана по направлению подготовки 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ОПК-1	Физика Высшая математика Химия	Физика ядерных реакторов Тепломассообмен в ядерных энергетических установках

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать теоретические основы о составе, свойствах и строении веществ, основные физические законы;

владеть математическими методами дифференцирования и интегрирования функций, основами математического моделирования, основными методами теоретического и экспериментального исследования.

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС						
		Занятия лекционного типа						
		Занятия практического / семинарского типа						
		Лабораторные работы						
		Групповые консультации						
		Самостоятельная работа студента, в т.ч.						
		Контроль самостоятельной работы (КСР)						
		подготовка к промежуточной аттестации						
		Сдача зачета / экзамена						
		Итого						
Литература								
Формы текущего контроля успеваемости								
Формы промежуточной аттестации								
Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе								

Раздел 1. Термодинамические процессы и законы

1. Термодинамическая система и ее состояния	4	4	4	0		4				12	ОПК-1.1-31, ОПК-1.12-31, ОПК-1.1-У1, ОПК-1.1-В1, ОПК-1.12-У1, ОПК-1.12-В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.1	РЗ	Э	6
2. Энергетические характеристики термодинамических систем	4	6	6	4		8				24	ОПК-1.1-31, ОПК-1.12-31, ОПК-1.1-У1, ОПК-1.1-В1, ОПК-1.12-У1, ОПК-1.12-В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.1	РЗ ЛР	Э	12
3. Термодинамические процессы и законы	4	6	6	0		12				24	ОПК-1.1-31, ОПК-1.12-31, ОПК-1.1-У1, ОПК-1.1-В1, ОПК-1.12-У1, ОПК-1.12-В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.1	РЗ	Э	12

[illegible]

1. Течение газов	5	4	0	4		10				16	ОПК-1.1-У1, ОПК-1.1-В1, ОПК-1.12-У1, ОПК-1.12-В1, ОПК-1.1-31, ОПК-1.12-31	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.1	РЗ ЛР	Э	10
2. Методы анализа эффективности теплосиловых установок	5	6	0	4		10				20	ОПК-1.1-У1, ОПК-1.1-В1, ОПК-1.12-У1, ОПК-1.12-В1, ОПК-1.1-31, ОПК-1.12-31	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.1	ЛР Тест	Э	10
3. Основные процессы в компрессорах	5	4	4	4		10				22	ОПК-1.1-У1, ОПК-1.1-В1, ОПК-1.12-У1, ОПК-1.12-В1, ОПК-1.1-31, ОПК-1.12-31	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.1	РЗ ЛР	Э	10

4. Циклы двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных установок	5	4	10	0		15				29	ОПК-1.1-У1, ОПК-1.1-В1, ОПК-1.12-У1, ОПК-1.12-В1, ОПК-1.1-31, ОПК-1.12-31	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.1	РЗ	Э	5
5. Циклы паротурбинных установок	5	4	6	0		5				15	ОПК-1.1-У1, ОПК-1.1-В1, ОПК-1.12-У1, ОПК-1.12-В1, ОПК-1.1-31, ОПК-1.12-31	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.1	РЗ	Э	5
6. Комбинированные циклы и циклы АЭС	5	4	0	0		5				9	ОПК-1.1-У1, ОПК-1.1-В1, ОПК-1.12-У1, ОПК-1.12-В1, ОПК-1.1-31, ОПК-1.12-31	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.1	Тест	Э	5

7. Циклы холодильных установок	5	4	4	0		5				13	ОПК-1.1-У1, ОПК-1.1-В1, ОПК-1.12-У1, ОПК-1.12-В1, ОПК-1.1-31, ОПК-1.12-31	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.1	РЗ	Э	5
8. Основы химической термодинамики	5	4	0	4		10				18	ОПК-1.1-У1, ОПК-1.1-В1, ОПК-1.12-У1, ОПК-1.12-В1, ОПК-1.1-31, ОПК-1.12-31	Л1.1, Л1.2, Л2.2, Л2.1	ЛР Тест	Э	10
Экзамен								36		36					40
ИТОГО		34	24	16		70		36		180					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер п/п разделов дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
	4 семестр	

1	Термические уравнение состояния идеальных газов.	2
1	Газовые смеси.	2
2	Работа и теплота – формы передачи энергии.	2
2	Теплоемкость	2
2	Первый закон термодинамики	2
3	Основные термодинамические процессы	2
3	Политропный процесс.	4
4	Энтропия	2
4	Второй закон термодинамики	2
4	Эксергия	2
5	Дифференциальные уравнения термодинамики	4
6	Термодинамические свойства реальных газов	2
6	Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ.	2
6	Уравнение Гиббса и уравнение Клапейрона-Клаузиуса.	2
6	Параметры состояния жидкости и пара	2
	Всего	34
	5 семестр	
1	Параметры течения газов	2
1	Дросселирование идеального газа	2
2	Методы сравнения термических КПД	2
2	Энтропийный метод	2
2	Эксергетический анализ циклов	2
3	Одноступенчатый и многоступенчатый идеальный компрессор	2
3	Действительный компрессор	2
4	Циклы двигателей внутреннего сгорания	2
4	Циклы газотурбинных установок	2
5	Циклы паротурбинных установок	2
5	Тепловой и энергетический балансы паротурбинной установки	2
6	Схема, цикл и термический КПД бинарной установки	2
6	Цикл парогазовой установки. Циклы АЭС.	2
7	Цикл и схема воздушной холодильной установки	2
7	Цикл и схема паровой компрессорной холодильной установки	2
8	Основы химической термодинамики	2
8	Основы термодинамики необратимых процессов	2
	Всего	34

3.4. Тематический план практических занятий

Номер п/п разделов дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
	4 семестр	
1	Смеси идеальных газов	4
2	Теплоемкость. Первый закон термодинамики	6
3	Термодинамические процессы	6
	Всего	16
	5 семестр	
3	Компрессоры.	4
4	Циклы двигателей внутреннего сгорания	6
4	Циклы газотурбинных установок.	4
5	Циклы паротурбинных установок	6
6	Циклы холодильных установок	4
	Всего	24

3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер п/п разделов дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
	4 семестр	
2	Лабораторная работа №1. Определение удельной теплоёмкости воздуха при постоянном давлении	4
4	Лабораторная работа №2. Определение удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии при охлаждении олова	4
6	Лабораторная работа №3. Исследование процессов во влажном воздухе	4
6	Лабораторная работа №4. Изучение реального газа. (Эффект Джоуля-Томсона)	4
	Всего	16
	5 семестр	
5	Лабораторная работа №5. Определение отношения теплоемкостей воздуха C_p/C_v	4
6	Лабораторная работа №6. Изучение модели центробежного компрессора на примере воздуходувной машины	4
7	Лабораторная работа №7. Определение коэффициента вязкости жидкости методом падающего шарика	4
8	Лабораторная работа №8. Определение температурной шкалы кельвина с помощью газового термометра	4
	Всего	16

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
4 семестр			
4	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №1	Определение удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии при охлаждении олова	4
2	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №2	Определение удельной теплоёмкости воздуха при постоянном давлении	4
6	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №3	Исследование процессов во влажном воздухе	4
6	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №4	Изучение реального газа. (Эффект Джоуля-Томсона)	4
4	Подготовка к тестированию	"Второй закон термодинамики"	2
5	Подготовка к тестированию	"Дифференциальные уравнения термодинамики"	2
1	Задачи для самостоятельного решения	«Термодинамическая система и ее состояния»	4
2	Задачи для самостоятельного решения	«Энергетические характеристики термодинамических систем»	4
3	Задачи для самостоятельного решения	«Термодинамические процессы и законы»	12
6	Задачи для самостоятельного решения	«Реальные газы и пары»	2

Всего			42
5 семестр			
2	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №5	Определение отношения теплоемкостей воздуха C_p/C_v	5
3	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №6	Изучение модели центробежного компрессора на примере воздуходувной машины	5
1	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №7	Определение коэффициента вязкости жидкости методом падающего шарика	5
8	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №8	Определение температурной шкалы кельвина с помощью газового термометра	5
2	Подготовка к тестированию	«Методы анализ эффективности теплосиловых установок»	5
6	Подготовка к тестированию	«Комбинированные циклы и циклы АЭС»	5
8	Подготовка к тестированию	«Основы химической термодинамики»	5
1	Задачи для самостоятельного решения	«Течение газов»	5
3	Задачи для самостоятельного решения	«Основные процессы в компрессорах»	5
4	Задачи для самостоятельного решения	«Циклы двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных установок»	15

5	Задачи для самостоятельного решения	«Циклы паротурбинных установок»	5
7	Задачи для самостоятельного решения	«Циклы холодильных установок»	5
Всего			70

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Техническая термодинамика» применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

При реализации дисциплины «Техническая термодинамика» используются традиционные образовательные технологии (самостоятельное изучение определённых разделов) и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: обучение на основе опыта, индивидуальное обучение.

В образовательном процессе используются:

- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle, URL: <http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=2592>

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает *индивидуальный и групповой опрос (устный)*,

Итоговой оценкой результатов освоения дисциплины является оценка, выставленная во время промежуточной аттестации обучающегося (*экзамен*) с учетом результатов текущего контроля успеваемости. Промежуточная аттестация в форме *экзамена* проводится *письменно по билетам*. На экзамен выносятся *теоретические и практические задания*, проработанные в течение семестра на учебных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Экзаменационные билеты содержат два теоретических вопроса и задание практического характера.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных)	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практи-	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для

достижения компетенции)	задач	ческих (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	стандартных практических (профессиональных) задач	решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-1	ОПК-1.1	Знать				
		знать законы термодинамики, методы проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок и методы математического и физического моделирования тепловых процессов	знает законы термодинамик и, методы проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок и методы математического и физического моделирования тепловых процессов без ошибок	знает законы термодинамик и, методы проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок и методы математического и физического моделирования тепловых процессов, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	плохо знает законы термодинамик и, методы проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок и методы математического и физического моделирования тепловых процессов	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		Уметь				

		уметь проводить термодинамические расчеты связанные с проектированием теплоэнергетической установок и машин	демонстрирует умение проводить термодинамические расчеты связанные с проектированием теплоэнергетической установок и машин; не допускает ошибок	демонстрирует умение проводить термодинамические расчеты связанные с проектированием теплоэнергетической установок и машин, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение проводить термодинамические расчеты связанные с проектированием теплоэнергетической установок и машин. задания выполнены не в полном объеме	при решении задач не демонстрирует умение проводить термодинамические расчеты связанные с проектированием теплоэнергетической установок и машин; допускает грубые ошибки
		Владеть				
		владеть методами проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок методами математического и физического моделирования тепловых процессов	продемонстрированы навыки проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок и математического и физического моделирования тепловых процессов, без ошибок и недочетов	продемонстрированы базовые навыки проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок и математического и физического моделирования тепловых процессов, допущен ряд мелких ошибок	имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, много ошибок	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки
	ОПК-	Знать				

			знает законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации и теплоты, калорические и переносные свойства веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям, динамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках без ошибок знает законы сохранения и превращения энергии применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям, динамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в тепло-технических установках, при			
	1.12	знать законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, калорические и переносные свойства веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям, динамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в тепло-технических установках	знает законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации и теплоты, калорические и переносные свойства веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям, динамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	плохо знает законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации и теплоты, калорические и переносные свойства веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям, динамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки	

		Уметь				
		уметь проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД	демонстрирует умение проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД; не допускает ошибок	демонстрирует умение проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД. задания выполнены не в полном объеме	при решении задач не демонстрирует умение проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД; допускает грубые ошибки
		Владеть				
		владеть основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности	продемонстрированы навыки термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности, без ошибок и недочетов	продемонстрированы базовые навыки термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности, допущен ряд мелких ошибок	имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, много ошибок	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие,	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Цирельман Н. А.	Техническая термодинамика	учебное пособие	СПб.: Лань	2021	https://e.lanbook.com/book/169245	
2	Кириллин В. А., Сычев В. В.,	Техническая термодинамика	учебник	М.: Издательский дом МЭИ	2019	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011560.html	1

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие,	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Андрианов Т. Н., Дзампов Б. В., Зубарев В. Н., Ремизов С. А., Филатов Н.	Сборник задач по технической термодинамике	учебное пособие для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2006		160
2	Соловьева О. В., Попкова О. С., Шарипов И. И.	Теоретические основы теплотехники	практикум	Казань: КГЭУ	2020		106

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Цирельман Н. А. «Техническая термодинамика» учебное пособие	https://e.lanbook.com/book/169245
2	Кириллин В. А., Сычев В. В., «Техническая термодинамика» учебник	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011560.html

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
-------	--	-------	---------------

1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	По регистрации
2	eLIBRARY.RU	www.elibrary.ru	По регистрации
3	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	По регистрации

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	По регистрации

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №225/10 от 28.01.2010 Неискл. право. Бессрочно
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
3	"ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ "Читатель", АРМ "Книговыдача"	Система автоматизации библиотек, отвечающая всем международным требованиям, предъявляемым к современным библиотечным системам	ГУ здравоохранения "Республиканский медицинский библиотечно-информационный центр" №61/2008 от 17.06.2008 Неискл. право. Бессрочно
4	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	доска аудиторная (2 шт.), акустическая система, усилитель-микшер для систем громкой связи, миникомпьютер, монитор, проектор, экран настенно-потолочный, микрофон

2	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для лабораторных работ	автолабораторные комплексы для проведения 8-ми лаб.работ (8 шт.), лабораторный комплекс «С-гун» для проведения 7-ми лаб.работ (1шт.), портативная лаборатория «Капелька 1,2,3» мобильная (10 шт.), ноутбук мобильные (3шт.), барометр БАММ-1 с поверкой мобильный, психрометр мобильный, проектор, комплект плакатов в малых багетных рамках (10 шт) по «Термодинамике»:а) дросселирования 1,2; б) понятие и определение термодинамики; в) свойство идеального газа; г) процессы в компрессоре 1,2.Комплекс плакатов в багетных рамках по «Механике, жидкости и газа»: а) расход; б) основные свойства гидравлического давления; в) силы действующие в жидкости. Плакат «Греческий и латинский алфавит». Демонстрационный комплекс «Термодинамика», Гидравлика и гидропривод» (графпроектор «Вега» и экран)
3	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	ноутбук, проектор, демонстрационный комплекс:ТТД, ТМО и «Гидравлика и гидропривод» (экран и графпроектор «Вега»)
4	Самостоятельная работа	Кабинет СРС, Читальный зал библиотеки	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно- двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о

начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), totalmente озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- формирование эстетической картины мира;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1	3.1	16.04.2024	Структуру дисциплины читать в новой редакции (см. ниже)	Н.Д. Чичирова	С.О. Гапоненко
2					
3					

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)	
			4	5
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	9	324	144	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	4,69	169	79	90
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	3,89	140	66	74
Лекции	1,89	68	34	34
Практические (семинарские) занятия	1,11	40	16	24
Лабораторные работы	0,89	32	16	16
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	5,11	184	78	106
Проработка учебного материала	3,11	112	42	70
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Подготовка к промежуточной аттестации	2	72	36	36
Промежуточная аттестация:			Э	Э

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1		10.03.2025	Данная РПД актуальна для всей специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» (все специализации)	Н.Д. Чичирова	С.О. Гапоненко

*Приложение к рабочей программе
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Техническая термодинамика

Специальность: 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и
инжиниринг

Квалификация

специалист

г. Казань, 2021

Оценочные материалы по дисциплине «Техническая термодинамика» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ОПК-1 Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: защита лабораторной работы, решение задач, тест (moodle) , экзамен.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 4,5 семестры. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1. Технологическая карта

Семестр 4

Номер раздела/ темы дисципли ны	Вид СРС	Наименова ние оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №1	ЛР	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
4	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №2	ЛР	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
6	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №3	ЛР	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6

6	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №4	ЛР	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
4	Подготовка к тестированию по разделу «Второй закон термодинамики»	Тест	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
5	Подготовка к тестированию «Дифференциальные уравнения термодинамики»	Тест	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
1	Задачи для самостоятельного решения по разделу «Термодинамическая система и ее состояния»	РЗ	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
2	Задачи для самостоятельного решения по разделу «Энергетические характеристики термодинамических систем»	РЗ	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
3	Задачи для самостоятельного решения по разделу «Термодинамические процессы и законы»	РЗ	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
6	Задачи для самостоятельного решения по разделу «Реальные газы и пары»	РЗ	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
5	Тестирование			менее 5	5-6	6-7	Более 7
Всего баллов				Менее 35	35-46	46-57	57-60
Промежуточная аттестация							
1	Экзамен	Задания к экзамену	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 20	20 - 23	24-27	28 - 40
Всего баллов				Менее 55	55-69	70-84	85-100

Семестр 5

Номер раздела/ темы дисципли ны	Вид СРС	Наименова ние оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							

2	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №5	ЛР	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	4 – 5
3	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №6	ЛР	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	4 – 5
1	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №7	ЛР	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	4 – 5
8	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №8	ЛР	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	4 – 5
1	Задачи для самостоятельного решения по разделу «Течение газов»	РЗ	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	4 – 5
3	Задачи для самостоятельного решения по разделу «Основные процессы в компрессорах»	РЗ	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	4 – 5
4	Задачи для самостоятельного решения по разделу «Циклы двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных установок»	РЗ	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	4 – 5
5	Задачи для самостоятельного решения по разделу «Циклы паротурбинных установок»	РЗ	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	4 – 5

7	Задачи для самостоятельного решения по разделу «Циклы холодильных установок»	РЗ	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 3	3 - 4	4 - 5	4 – 5
2	Подготовка к тестированию	Тест	ОПК-1.1, ОПК-1.12	Менее 3	3 - 4	4 - 5	4 – 5
6,8	Подготовка к тестированию	Тест	ОПК-1.1, ОПК-1.12	Менее 5	3 - 6	6 - 7	Более 7
Всего баллов				Менее 35	35-46	46-57	57-60
Промежуточная аттестация							
2	Экзамен	Задания к экзамену	ОПК-1.1, ОПК-1.12	менее 20	20 - 23	24-27	28 - 40
Всего баллов				Менее 55	55-69	70-84	85-100

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Защита лабораторной работы (ЛР)	Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданным преподавателем на занятии. Отчет по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты. Отчет должен содержать все пункты представленные в методическом указании	задания к лабораторным работам
Решение задач (РЗ)	решение задач по модулю по вариантам	набор задач по каждому модулю с различными начальными данными
Тест (Moodle) (Тест)	тест из 200 вопросов различной сложности	тест из 200 вопросов различной сложности
Экзамен (Э)	Устный опрос. Экзамен проводится по теоретическому материалу 4 и 5 семестров	Экзаменационные билеты

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Защита лабораторной работы
	Решение задач
	Тест

Представление и содержание оценочных материалов	Примерные контрольные вопросы к лабораторной работе: 1. Поясните схему установки, название и назначение узлов. 2. Подумайте, какие замеры делаются в экспериментах. Какие величины вычисляются. 3. Объясните, что означает термин «несжимаемая жидкость». 4. Объясните, что означает термин «невязкая жидкость». 5. Запишите интеграл Бернулли для невязкой жидкости. Каковы условия его применимости. 6. Дайте определение линии тока, трубки тока. 7. Проанализируйте, как проявляет себя вязкость воздуха, текущего в трубе. 8. Объясните причины падения давления на цилиндрических и конических участках трубы. 9. Назовите возможные причины немонотонности кривой $p(x)$. 10. Оцените расход в одном из режимов в кг/мин. 11. Вычислите, как изменится средняя скорость потока в трубе, если ее диаметр. увеличить (уменьшить) в 2 – 3 раза. 12. Подумайте, существует ли прямая связь между массовым и объемным расходами. 13. Перечислите, взаимопревращение каких видов энергии учитывает уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Примерные задачи: 1. По трубопроводу диаметром 270×10 мм перекачивается вода с расходом 150 м³/час. Определить скорость воды в трубе и режим её движения. 2. Бензол с расходом 200 т/час и средней температуре 40°С поступает в трубный пучок одноходового кожухотрубчатого теплообменника, состоящего из 717 труб диаметром $d \times \delta = 20 \times 2$ мм. Определить скорость бензола в трубах трубного пучка и режим его движения в них. 3. На трубопроводе имеется переход с диаметра 50 мм на диаметр 100 мм (диаметры внутренние). По трубопроводу движется вода, имеющая температуру 20°С. Её скорость в узком сечении 1,5 м/с. Определить: 1. объёмный и массовый расходы воды; 2. скорость воды в широком сечении; 3. режимы течения в узком и широком сечениях. 4. Азот с расходом 6400 м³/час (при н.у.) подаётся в трубный пучок одноходового кожухотрубчатого теплообменника. Абсолютное давление газа 3 кгс/см². Температура на входе в трубный пучок 120°С, на выходе 30°С. Число труб в аппарате 379 шт., их диаметр 16×1.5 мм. Определить: 1. скорость азота на входе в трубный пучок и на выходе из него; 2. режим движения азота на входе и на выходе. 5. Труба диаметром 200×10 мм переходит в трубу диаметром 50×5 мм, после чего поднимается вверх на 20 м. В нижнем и верхнем сечениях трубы установлены манометры. Нижний манометр показывает давление $p_1 = 5$ кгс/см². По трубопроводу перекачивается вода с расходом 55 м³/час и температурой 40°С. Определить показания верхнего манометра. Наличием сил вязкости пренебречь. 6. По трубопроводу длиной 15 км и диаметром 100×5 мм перекачивается бензол с расходом 10 т/час при средней температуре 20°С. Стенки трубопровода гладкие. Манометр, установленный в начале, показывает давление 5 ат. Определить показание манометра, установленного в конце трубопровода. Примеры тестовых заданий: 1. К термодинамическим характеристикам состояния идеального газа относятся ☐ объем, давление и молярная масса ☒ давление и масса ☒ температура, объем, давление ☒ температура, объем, масса 2. Плотность - это отношение
--	--

- ☒ массы к объему
- ☒ объема к массе
- ☒ давления к температуре
- ☒ температуры к массе

3. Уравнение состояния для идеального газа записывается в виде

- ☒ $pv \bullet RT$
- ☒ $pT \bullet Rv$
- ☒ $pv \bullet \frac{R}{T}$
- ☒ $pT \bullet \frac{R}{v}$

4. Символ R в уравнении состояния $pv \bullet RT$ идеальных газов означает

- ☒ давление
- ☒ температуру
- ☒ объем
- ☒ удельный объем
- ☒ универсальную газовую постоянную
- ☒ удельную газовую постоянную

5. Теплоемкость, отнесенная к единице объема вещества

- ☒ мольная
- ☒ объемная
- ☒ изобарная
- ☒ изохорная

6. Формула Майера записывается в виде

- ☒ $\tilde{c}_v \tilde{c}_p \bullet R$
- ☒ $\tilde{c}_p \tilde{c}_v \bullet R$
- ☒ $c_v \bullet \frac{R}{\bar{c}}$
- ☒ $c_p \bullet \frac{R}{\bar{c}_v}$

7. Внутренняя энергия монеты увеличивается, если ее

- ☒ нагреть
- ☒ заставить двигаться на большей скоростью
- ☒ опустить к поверхности Земли
- ☒ опустить в воду той же температуры

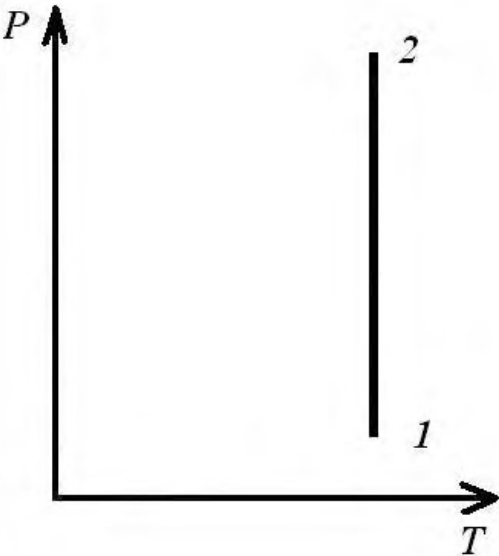
8. Удельный объем кислорода при давлении 4 МПа и температуре 300°С равен

- ☒ 0,0372 м³/кг
- ☒ 0,0011 м³/кг
- ☒ 0,0195 м³/кг
- ☒ 0,0006 м³/кг

9. Процесс, для которого первый закон термодинамики имеет вид: $dU \bullet pdV \bullet Q$, называют

- ☒ адиабатным
- ☒ изобарным
- ☒ изотермическим
- ☒ изохорным

10. На рисунке изображен

	 ☒ изохорный процесс ☒ изобарный процесс ☒ изотермический процесс ☒ адиабатный процесс
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	Защита лабораторной работы по сумме баллов высокий уровень 16-20 баллов, средний уровень 12-16 баллов, ниже среднего 8-12 балла, низкий – менее 8 баллов
	Решение задач по сумме баллов высокий уровень 15-20 баллов, средний уровень 10-15баллов, ниже среднего 5-10 балла, низкий – менее 5 баллов
	Тест по сумме баллов высокий уровень 15-20 баллов, средний уровень 10-15баллов, ниже среднего 5-10 балла, низкий – менее 5 баллов

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Экзамен
Представление и содержание оценочных материалов	КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ Институт теплоэнергетики Кафедра ТОТ Дисциплина «Техническая термодинамика» Билет № 1 1.Первый закон термодинамики. 2.Энтропия 3. Задача. Утверждаю: Зав.кафедрой ТОТ «_____» _____ 202 г. А.В. Дмитриев КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ Институт теплоэнергетики Кафедра ТОТ Дисциплина «Техническая термодинамика»

	Билет № 2 1. Политропный процесс. 2. Уравнение состояния реального газа. 3. Задача. Утверждаю: Зав.кафедрой ТОТ А.В. Дмитриев «_____» _____ 202 г. КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ Институт теплоэнергетики Кафедра ТОТ Дисциплина «Техническая термодинамика» Билет № 4 1. Адиабатный процесс. 2. Ts диаграмма. 3. Задача. Утверждаю: Зав.кафедрой ТОТ А.В. Дмитриев «_____» _____ 202 г. КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ Институт теплоэнергетики Кафедра ТОТ Дисциплина «Техническая термодинамика» Билет № 7 1. Энтропия. 2. Цикл Ренкина. 3. Задача. Утверждаю: Зав.кафедрой ТОТ А.В. Дмитриев «_____» _____ 202 г. КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ Институт теплоэнергетики Кафедра ТОТ Дисциплина «Техническая термодинамика» Билет № 9 1. Дросселирование. 2. Цикл Тринклера. 3. Задача. Утверждаю: Зав.кафедрой ТОТ А.В. Дмитриев «_____» _____ 202 г.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	Сумма текущего контроля и промежуточной аттестации 55-69 баллов –удовлетворительно, 70-84 балла – хорошо, 85-100 баллов – отлично