



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики и  
электроники

Ившин И.В.

«28» октября 2020 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы теплотехники

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Направленность(и) (профиль(и)) Технологии в энергетике и нефтегазопереработке

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922)

Программу разработал(и):

доцент, к.т.н.  Попкова О.С.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теоретические основы теплотехники, протокол №219 от 06.10.2020

Заведующий кафедрой Дмитриев А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Технология воды и топлива, протокол № 21 от 27.10.2020

Заведующий кафедрой Лаптев А.Г.

Программа одобрена на заседании методического совета института Электроэнергетики и электроники, протокол № 3 от 28.10.2020

Зам. директора института

Электроэнергетики и электроники  Ахметова Р.В.

Программа принята решением Ученого совета института Электроэнергетики и электроники протокол № 4 от 28.10.2020

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины "Теоретические основы теплотехники" является изучение теоретических методов расчета движения жидкости и газа в элементах энергетического и теплотехнологического оборудования, 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, основных физических моделей переноса теплоты и массы в неподвижных и движущихся средах, методов расчета по -токов теплоты и массы, полей температуры и концентрации компонентов смесей, базирующихся на этих моделях.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение навыков использования основных уравнений гидрогазодинамики для расчета течений,
- 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,
- ознакомление со способами переноса теплоты (массы),
- развитие способности обучаемых к физическому и математическому моделированию процессов переноса теплоты (массы), протекающих в реальных физических объектах, в частности, в установках энергетики и промышленности.

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-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	ОПК-5.1 Использует типовые методики при проведении экспериментальных исследований и испытаний	<i>Знать:</i> Знать законы термодинамики, методы проведения термодинамических расчетов, исследований и разработки методы математического и физического моделирования тепловых процессов <i>Уметь:</i> Уметь проводить термодинамические расчеты связанные с проектированием теплоэнергетических установок и машин <i>Владеть:</i> Владеть методами проведения термодинамических расчетов, исследований и разработки методами математического и физического моделирования тепловых процессов

<p>ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-2.2 Использует физико- химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p><i>Знать:</i>  Знать основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов  Знать законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, calorические и переносные свойства веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям, динамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в тепло-технических установках  Знать законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам</p> <p><i>Уметь:</i>  Уметь рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании телитечении в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин  Уметь проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД  Уметь рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов</p> <p><i>Владеть:</i>  Владеть методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов  Владеть основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности  Владеть основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования</p>
---	---	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Теоретические основы теплотехники относится к обязательной части учебного плана по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
-----------------	--	---

УК-3		Физико-химические основы технологических процессов
ОПК-1	Органическая химия	
ОПК-1		Физико-химические основы технологических процессов Топливо и теория горения Химическiereакторы
ОПК-2		Моделирование химико-технологических процессов Современные способы производства электроэнергии
ОПК-2	Высшая математика Физика	
ОПК-4		Моделирование химико-технологических процессов Химические реакторы
ОПК-5	Физика	
ОПК-5		Физико-химические основы технологических процессов
ПК-1		Контроль качества топлива на предприятиях ТЭК

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

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.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 104 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 34 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 68 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 112 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	104	104

Лекционные занятия (Лек)	34	34
Лабораторные занятия (Лаб)	20	20
Практические занятия (Пр)	48	48
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	112	112
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет)		
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	За	За

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе	
		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
<b>Раздел 1. Гидрогазодинамика</b>															
1. Динамика идеальной жидкости	3	4	6	4	-	12	-	-	-	26	ОПК-2.2-32, ОПК-2.2-У1, ОПК-2.2-В1, ОПК-5.1-31, ОПК-5.1-У1, ОПК-5.1-В1	Л1.2, Л2.4, Л2.1	РЗ ЛР Тест	Э	15
2. Уравнение движения жидкости	3	4	4	-	-	10	-	-	-	18	ОПК-2.2-32, ОПК-2.2-У1, ОПК-2.2-В1	Л1.2, Л2.2, Л2.4		Э	
<b>Раздел 2. Техническая термодинамика</b>															

3. Термодинамические процессы и законы	3	8	10	4	-	22	-	-	-	44	ОПК-5.1-31, ОПК-2.2-32, ОПК-2.2-У2, ОПК-2.2-В2, ОПК-5.1-У1, ОПК-5.1-В1	Л1.3, Л2.2, Л2.3, Л2.1	РЗ ЛР Тест	Э	15
4. Циклы тепловых и холодильных установок	3	8	8	4	-	22	-	-	-	42	ОПК-2.2-32, ОПК-2.2-У2, ОПК-2.2-В2, ОПК-5.1-31, ОПК-5.1-У1, ОПК-5.1-В1	Л1.3, Л2.2, Л2.4	РЗ ЛР Тест	Э	15
Раздел 3. Основы теплообмена															
5. Теплопроводность и теплопередача	3	6	16	8	-	22	-	-	-	52	ОПК-2.2-33, ОПК-2.2-У3, ОПК-2.2-В3, ОПК-5.1-31, ОПК-5.1-У1, ОПК-5.1-В1	Л1.1, Л2.2, Л2.3, Л2.2	РЗ ЛР Тест	Э	15
6. Конвекция	3	4	4	-	-	-	-	-	-	8	ОПК-2.2-33, ОПК-2.2-У3, ОПК-2.2-В3	Л1.1, Л2.2, Л2.3		Э	
Раздел 4. Промежуточная аттестация															

7. Экзамен	3	-	-	-	-	24	2	-	-	26	ОПК-2.2-32, ОПК-2.2-33, ОПК-2.2-31, ОПК-5.1-31, ОПК-5.1-У1, ОПК-5.1-В1, ОПК-2.2-У1, ОПК-2.2-У2, ОПК-2.2-У3, ОПК-2.2-В1, ОПК-2.2-В2, ОПК-2.2-В3	Л1.1, Л1.3, Л1.2	-	Э	40
<b>ИТОГО</b>		34	48	20	-	112	2	-	-	216					100

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Динамика идеальной жидкости	2
2	Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости	2
3	Уравнение движения жидкости	2
4	Гидравлические сопротивления	2
5	Первый закон термодинамики	2
6	Газовые смеси	2
7	Основные термодинамические процессы	2
8	Энтропия	2
9	Дросселирование и компрессоры	2
10	ДВС и ГТУ	2
11	ПТУ	2
12	Холодильные установки	2



13	Теплопроводность через плоские и цилиндрические стенки	2
14	Теплопередача через плоские, цилиндрические и оребренные стенки	2
15	Основные положения учения о теплопроводности	2
16	Конвекция. Общие сведения.	2
17	Свободная и вынужденная конвекция	2
Всего		34

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Гидродинамика жидкости	6
2	Гидравлические сопротивления	4
3	Смеси идеальных газов	2
4	Теплоемкость. Первый закон термодинамики	4
5	Термодинамические процессы	4
6	Компрессоры. Двигатели внутреннего сгорания	4
7	Циклы газотурбинных установок. Воздушная холодильная машина	4
8	Теплопроводность и теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки	16
9	Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты	2
10	Конвекция	2
Всего		48

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
1	Лабораторная работа №1. Исследование течения в канале переменного сечения	4
2	Лабораторная работа №2. Определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении	4
3	Лабораторная работа №3. Изучение модели центробежного компрессора на примере воздуходувной машины	4
4	Лабораторная работа №4. Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом цилиндрического слоя	8
Всего		20

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.

1	Задачи для самостоятельного решения по разделу "Гидрогазодинамика"	Решение задач из курса «Теоретические основы теплотехники» (Moodle)	8
2	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №1	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	4
3	Подготовка к тестированию по разделу "Гидрогазодинамика"		10
4	Задачи для самостоятельного решения по разделу "Термодинамические процессы и законы"	Решение задач из курса «Теоретические основы теплотехники» (Moodle)	8
5	Подготовка к тестированию по разделу "Термодинамические процессы и законы"		10
6	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №2	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	4
7	Задачи для самостоятельного решения по разделу "Циклы тепловых и холодильных установок"	Решение задач из курса «Теоретические основы теплотехники» (Moodle)	8
8	Подготовка к тестированию по разделу "Циклы тепловых и холодильных установок"		10

9	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №3	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	4
10	Задачи для самостоятельного решения по разделу "Теплообмен"	Решение задач из курса «Теоретические основы теплотехники» (Moodle)	8
11	Подготовка к тестированию по разделу "Тепломассобмен"		10
12	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №4	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	4
13	Промежуточная аттестация		24
Всего			112

#### 4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Теоретические основы теплотехники» по образовательной программе «18.03.01 Технологии в энергетике и нефтегазопереработке» направления подготовки бакалавров 18.03.01 «Химическая технология» применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

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.

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
	незачтено	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	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы 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	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы 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) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Нижесреднего	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	Нижесреднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			незачтено
ОПК-2	ОПК-	Знать				

	2.2	<p>знать основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов</p>	<p>знает основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов без ошибок</p>	<p>знает основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок</p>	<p>плохо знает основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов</p>	<p>уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки</p>
		<p>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</p>	<p>знает законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, калорические и переносные свойства веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителя, динамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в тепло-технических установках без ошибок</p>	<p>знает законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, калорические и переносные свойства веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителя, динамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в тепло-технических установках, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок</p>	<p>плохо знает законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, калорические и переносные свойства веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителя, динамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в тепло-технических установках</p>	<p>уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки</p>

		<p>знать законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам</p>	<p>знает законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам без ошибок</p>	<p>знает законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок</p>	<p>плохо знает законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам</p>	<p>уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки</p>
	Уметь					
		<p>уметь рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин</p>	<p>умеет рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин</p>	<p>демонстрирует умение рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин; допускает при этом ряд небольших ошибок</p>	<p>в целом демонстрирует умение рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин; задания выполняются в полном объеме</p>	<p>при решении типовых задач не демонстрирует сформированное умение рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин; допускает грубые ошибки</p>

		<p>уметь проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД</p>	<p>демонстрирует умение проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД; не допускает ошибок</p>	<p>демонстрирует умение проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД, допускает при этом ряд небольших ошибок</p>	<p>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</p>	<p>при решении задач не демонстрирует умение проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД; допускает грубые ошибки</p>
		<p>уметь рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов</p>	<p>демонстрирует умение рассчитывать температурные поля в потоках технологических жидкостей и газов, не допускает ошибок</p>	<p>демонстрирует умение рассчитывать температурные поля в потоках технологических жидкостей и газов, допускает при этом ряд небольших ошибок</p>	<p>в целом демонстрирует умение рассчитывать температурные поля в потоках технологических жидкостей и газов, рассчитывать передаваемые тепловые потоки. задания выполнены не в полном объеме</p>	<p>при решении задач не демонстрирует умение рассчитывать температурные поля в потоках технологических жидкостей и газов, допускает грубые ошибки</p>
		<p>Владеть</p>				
		<p>владеть методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов</p>	<p>продемонстрированы навыки проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов, без ошибок и недочетов</p>	<p>продемонстрированы базовые навыки проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов, допущен ряд мелких ошибок</p>	<p>имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, много ошибок</p>	<p>не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки</p>



		<p>владеть основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности</p>	<p>продемонстрированы навыки термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности, без ошибок и недочетов</p>	<p>продемонстрированы базовые навыки термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности, допущен ряд мелких ошибок</p>	<p>имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, много ошибок</p>	<p>не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки</p>
		<p>владеть основами расчета процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования</p>	<p>продемонстрированы навыки расчета процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования, без ошибок и недочетов</p>	<p>продемонстрированы базовые навыки расчета процессов теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования, допущен ряд мелких ошибок</p>	<p>имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, много ошибок</p>	<p>не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки</p>
ОПК-5	ОПК-	Знать				

5.1	<p>знать законы термодинамики, методы проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок и методы математического и физического моделирования тепловых процессов</p>	<p>знает законы термодинамик и, методы проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок и методы математического и физического моделирования тепловых процессов без ошибок</p>	<p>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</p>	<p>плохо знает законы термодинамик и, методы проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок и методы математического и физического моделирования тепловых процессов</p>	<p>уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки</p>
Уметь					
	<p>уметь проводить термодинамические расчеты связанные с проектированием теплоэнергетических установок и машин</p>	<p>демонстрирует умение проводить термодинамические расчеты связанные с проектированием теплоэнергетической установок и машин; не допускает ошибок</p>	<p>демонстрирует умение проводить термодинамические расчеты связанные с проектированием теплоэнергетической установок и машин, допускает при этом ряд небольших ошибок</p>	<p>в целом демонстрирует умение проводить термодинамические расчеты связанные с проектированием теплоэнергетической установок и машин. задания выполнены не в полном объеме</p>	<p>при решении задач не демонстрирует умение проводить термодинамические расчеты связанные с проектированием теплоэнергетической установок и машин; допускает грубые ошибки</p>
Владеть					

		владеть методами и проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок и математического и физического моделирования тепловых процессов, ошибок и недочетов	продемонстрированы навыки проведения термодинамических расчетов, исследований и разработок и математического и физического моделирования тепловых процессов, 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
--	--	--	---	--	---	--

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, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Краснов С. И.	Гидрогазодинамика	Учебное пособие	Казань: КГЭУ	2010		150
2	Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндл	Техническая термодинамика	Учебник для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2008		196
3	Цветков Ф. Ф., Григорьев Б. А.	Тепломассообмен	Учебное пособие для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2006		142

#### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Местоиздания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке
-------	----------	--------------	---	----------------------------	-------------	----------------------------	---------------------------------

1	Краснов С. И.	Сборник задач по гидрогазодинамике	учебно-метод. пособие	Казань: КГЭУ	2010		20
2	Соловьева О. В., Попкова О. С., Шарипов И. И.	Теоретические основы теплотехник и	практикум	Казань: КГЭУ	2020		106
3	Попкова О. С., Шарипов И. И., Соловьева О. В.	Теоретические основы теплотехник и	практикум для студентов очной формы обучения по образовательным программам направлений подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника", 13.03.03 "Энергетическое машиностроение", 16.03.01 "Техническая физика"	Казань: КГЭУ	2019	<a href="https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/231эл.pdf">https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/231эл.pdf</a>	2
4	Цветков Ф. Ф., Керимов Р. В., Величко	Задачник по тепломассообмену	Учебное пособие для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2008		219

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «iBooks.ru»	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
4	<u>Энциклопедии, словари, справочники</u>	<a href="http://www.rubricon.com">http://www.rubricon.com</a>
5	Портал "Открытое образование"	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>
2	Журнал технической физики	<a href="http://journals.ioffe.ru">journals.ioffe.ru</a>	<a href="http://journals.ioffe.ru">journals.ioffe.ru</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	<a href="http://app.kgeu.local/Home/Apps">http://app.kgeu.local/Home/Apps</a>	<a href="http://app.kgeu.local/Home/Apps">http://app.kgeu.local/Home/Apps</a>

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 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		Учебная аудитория	доска аудиторная (2 шт.), акустическая система, усилитель-микшер для систем громкой связи, миникомпьютер, монитор, проектор, экран настенно-потолочный, микрофон

2		Учебная аудитория	<p>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 рамах (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)</p>
---	--	-------------------	---

3	Учебная аудитория	доска аудиторная, автолабораторное место студента с ПЭВМ 1 мобильный (9 шт.), экран, автолабораторные комплексы для проведения 9 лабораторных работ (9 шт.), аэродинамическая труба 3 мобильных модуля, лабораторный стол 1 лабораторной работа по ТМО (2шт), ноутбук (7 шт.), барометр БАММ-1 с поверкой мобильный, блок регистрации параметров воздушной струи для аэродинамической трубы мобильный, модули для аэродинамической трубы мобильный (2 шт.), вольтметр В7- 21 мобильный, вольтметр В7-21А мобильный (мобильный), вольтметр универсальный мобильный, пылесос А-2254 Мс стационарный, лабораторный источник питания W.E.P.PSN305Д мобильный, световая модель для определения угловых коэффициентов излучения плоскости на трубный пучок мобильный, проектор, комплект плакатов в багетных рамах (6 шт) по «Тепломассообмену»: а) прямоток; б) противоток; в) перекрестный ток; г) определение среднего температурного напора; д) поправки на токи теплоносителей; е) сложный ток. Комплекс плакатов в багетных рамках (3 шт.): а) уравнение Бернулли для элементарной струи; б) свойство жидкости, вязкость; в) схема изменения напоров по длине гидродинамической трубы. Плакат «Греческий и латинский алфавит», демонстрационный комплекс «Тепломассообмен» (графпроектор «Вега» и экран), демонстрационный комплекс «Гидравлика и гидропривод»
	Учебная аудитория	ноутбук, проектор, демонстрационный комплекс:ТТД, ТМО и «Гидравлика и гидропривод» (экран и графпроектор «Вега»)

**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](http://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.

### 3.1 Структура дисциплины заочной формы

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b> в том числе:	20,5	20,5
Лекционные занятия (Лек)	6	6
Лабораторные занятия (Лаб)	4	4
Практические занятия (Пр)	6	6
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	0,5	0,5
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):</b>	191,5	191,5
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет)	4	4
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	За	За

## **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

- 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.

*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**

**Теоретические основы теплотехники**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Направленность(и)(профиль(и)) Технологии в энергетике и нефтегазопереработке

Квалификация

бакалавр

г.Казань, 2020

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

ОПК-2Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности  
(индикатор ОПК-2.1 Использует математические, физические методы для решения задач профессиональной деятельности)

ОПК-5Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные  
(индикатор ОПК-5.1 Использует типовые методики при проведении экспериментальных исследований и испытаний)

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: тест (moodle), решение задач, лабораторная работа, экзамен(экс).

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 3 семестр. Форма промежуточной аттестации зачёт.

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

## 1. Технологическая карта

### Семестр 3

Номер раздела/ а/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код Индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудовно	удовно	хорошо	отлично
				незачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
2	Подготовка к тестированию по разделу "Гидрогазодинамика"		ОПК-2	менее 2	2-3	3-4	4-5
3	Подготовка к тестированию по разделу "Термодинамические процессы и законы"	Тест	ОПК-2	менее 2	2-3	3-4	4-5

4	Подготовка к тестированию по разделу "Циклы тепловых и холодильных установок"	Тест	ОПК-2	менее 2	2-3	3-4	4-5
5	Подготовка к тестированию по разделу "Тепломассобмен"	Тест	ОПК-2	менее 2	2-3	3-4	4-5
7	Промежуточная аттестация		ОПК-2, ОПК-5	менее 30	31-33	34-36	37-40
1	Задачи для самостоятельного решения по разделу "Гидрогазодинамика"	РЗ	ОПК-2	менее 2	2-3	3-4	4-5
1	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №1	РЗ	ОПК-2, ОПК-5	менее 2	2-3	3-4	4-5
3	Задачи для самостоятельного решения по разделу "Термодинамические процессы и законы"	РЗ	ОПК-2	менее 2	2-3	3-4	4-5
3	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №2	ЛР	ОПК-2, ОПК-5	менее 2	2-3	3-4	4-5
4	Задачи для самостоятельного решения по разделу "Циклы тепловых и холодильных установок"	РЗ	ОПК-2	менее 2	2-3	3-4	4-5
4	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №3	ЛР	ОПК-2, ОПК-5	менее 2	2-3	3-4	4-5
5	Задачи для самостоятельного решения по разделу "Теплообмен"	РЗ	ОПК-2	менее 2	2-3	3-4	4-5

6	Подготовка, оформление и защита Лабораторная работа №4	ЛР	ОПК-2, ОПК-5	менее 2	2-3	3-4	4-5
Всего баллов				0-54	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	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Тест (Moodle) (Тест)	Тестиз 200 вопросов различной сложности	Тестиз 200 вопросов
Решение задач (РЗ)	Решение задач по модулю по вариантам	Набор задач по каждому модулю с различными начальными данными
Лабораторная работа (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
Экзамен (экз)	Комплект вопросов и задач для сдачи промежуточной аттестации в форме экзамена	Вопросы для подготовки к экзамену

## 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Оценка промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Теоретические основы теплотехники» производится при помощи следующих оценочных средств:

### Требования по оформлению лабораторных работ

При подготовке к лабораторной работе студенту необходимо:

- изучить теоретический материал по соответствующей теме;
- изучить порядок проведения эксперимента;
- ответить на все контрольные вопросы;
- оформить заготовку отчета (при отсутствии заготовки отчета студент не допускается к выполнению лабораторной работы).

Заготовка отчета оформляется на отдельных листах и должна обязательно содержать название и цель работы, схему лабораторной установки с указанием всех ее составляющих частей и таблицы, в которые будут заноситься результаты измерений.

На занятии студенты отвечают на теоретические вопросы по соответствующей теме, выполняют лабораторную работу, делают необходимые расчеты, строят графики и делают выводы. При вычислениях надо следить за правильной размерностью величин, подставляемых в формулы. Предпочтительно использовать основные единицы размерностей в Международной системе единиц.

Правильно оформленный отчет в конце занятия подписывается преподавателем.

Лабораторная работа считается выполненной, если она представлена в полностью оформленном виде и зачтенной, если основные результаты обоснованы и защищены студентом при устном опросе, включающем ответы на контрольные вопросы.

### **Примеры задач для самостоятельного решения**

После рассмотрения на лекционных занятиях основных тем, необходимых для выполнения письменного задания, студенту предлагается выполнить задание, представленное в виде задачи по тематике лекционных занятий с подробным развернутым решением.

1. По трубопроводу диаметром  $270 \times 10$  мм перекачивается вода с расходом  $150 \text{ м}^3/\text{час}$ . Определить скорость воды в трубе и режим её движения.
2. Бензол с расходом  $200 \text{ т/час}$  и средней температуре  $40^\circ\text{C}$  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  $20^\circ\text{C}$ . Её скорость в узком сечении  $1,5 \text{ м/с}$ .  
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  $6400 \text{ м}^3/\text{час}$  (при н.у.) подаётся в трубный пучок одноходового кожухотрубчатого теплообменника. Абсолютное давление газа  $3 \text{ кгс/см}^2$ . Температура на входе в трубный пучок  $120^\circ\text{C}$ , на выходе  $30^\circ\text{C}$ . Число труб в аппарате 379 шт., их диаметр  $16 \times 1,5$  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  $200 \times 10$  мм переходит в трубу диаметром  $50 \times 5$  мм, после чего поднимается вверх на 20 м. В нижнем и верхнем сечениях трубы установлены манометры. Нижний манометр показывает давление  $p_1 = 5 \text{ кгс/см}^2$ . По трубопроводу перекачивается вода с расходом  $55 \text{ м}^3/\text{час}$  и температурой  $40^\circ\text{C}$ . Определить показания верхнего манометра. Наличием сил вязкости пренебречь.
6. По трубопроводу длиной 15 км и диаметром  $100 \times 5$  мм перекачивается бензол с расходом  $10 \text{ т/час}$  при средней температуре  $20^\circ\text{C}$ . 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

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

4. Символ  $R$  в уравнении состояния  $pv = RT$  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

- $c_v - c_p = R$
- $c_p - c_v = R$
- $c_v = \frac{R}{c_p}$
- $c_p = \frac{R}{c_v}$

7. Внутренняя энергия монеты увеличивается, если ее

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

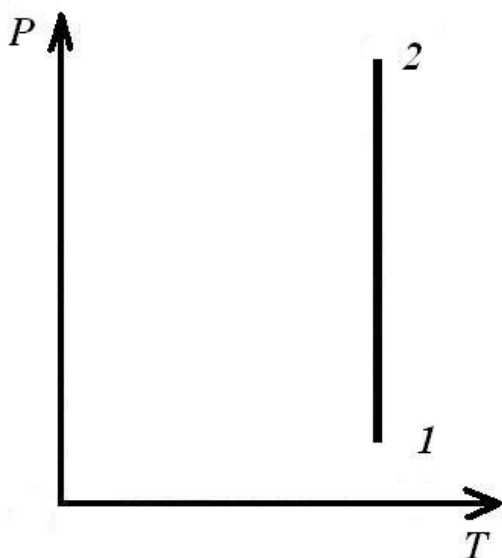
8. Удельный объем кислорода при давлении 4 МПа и температуре 300°С равен

- 0,0372 м<sup>3</sup>/кг
- 0,0011 м<sup>3</sup>/кг
- 0,0195 м<sup>3</sup>/кг
- 0,0006 м<sup>3</sup>/кг

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

- адиабатным
- изобарным
- изотермическим
- изохорным

10. На рисунке изображен



- изохорный процесс
- изобарный процесс
- изотермический процесс
- адиабатный процесс

11. Если показатель политропы  $n=1$ , то процесс

- адиабатный
- изотермический
- изохорный
- изобарный

12. Второй закон термодинамики записывается в виде

- $ds = \frac{dQ}{T}$
- $dS \geq \frac{dQ}{T}$
- $dS < \frac{dQ}{T}$
- $dS \leq \frac{dQ}{T}$

13. Внутренняя энергия идеального газа зависит

- от объема
- от температуры
- от давления
- от энтальпии

14. Второй закон термодинамики

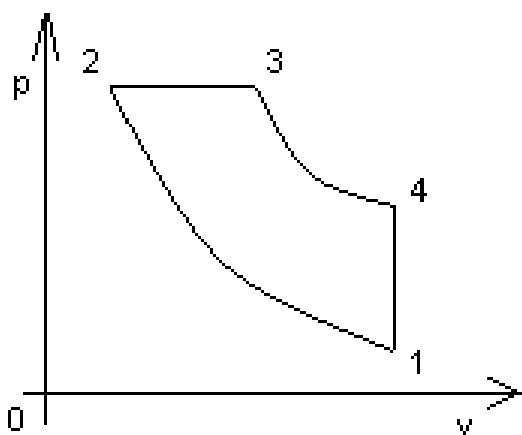
- любой реальный самопроизвольный процесс является необратимым
- теплота может сама собой переходить от более холодного тела к более нагретому
- возможно построить периодически действующую машину, все действия которой сводилось бы к поднятию некоторого груза и охлаждению теплового источника

15. При изобарном и изохорном процессах, если количество теплоты, передаваемое газу в обоих случаях, одинаково

- в обоих случаях температура не изменяется
- в обоих случаях изменяется на одинаковое значение
- в изобарном процессе газ нагревается сильнее
- в изохорном газ нагревается сильнее

16. Идеальный одноатомный газ находится в сосуде под давлением  $2 \cdot 10^3$  Па. Его внутренняя энергия равна 1,8 Дж. Вместимость сосуда ... м<sup>3</sup>. (Ответ округлите до десятых).

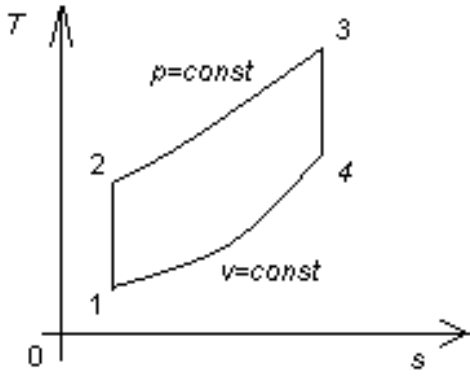
17. Степенью сжатия в цикле Дизеля



называется

- отношение объемов  $\frac{v_3}{v_4}$
- отношение объемов  $\frac{v_1}{v_2}$
- отношение давлений  $\frac{p_2}{p_1}$
- отношение давлений  $\frac{p_3}{p_4}$

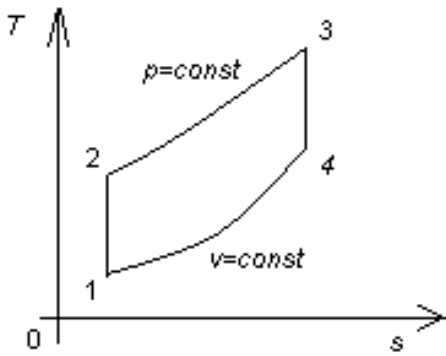
18. На T-s диаграмме



изображен цикл

- Тринклера
- Отто
- Дизеля
- Карно

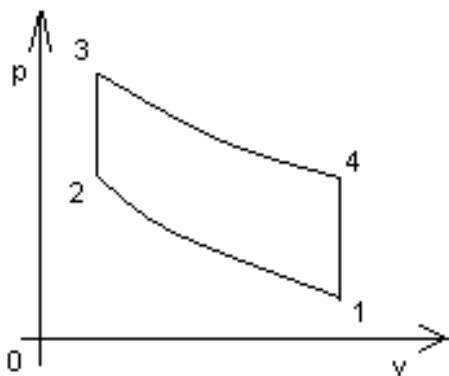
19. Процесс подвода теплоты в цикле ДВС на диаграмме



происходит на участке

- 1-2
- 2-3
- 3-4
- 4-1

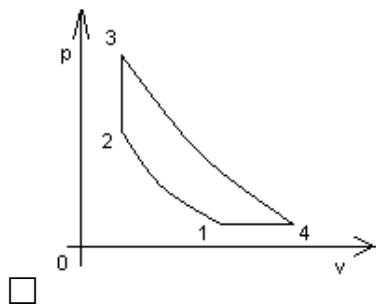
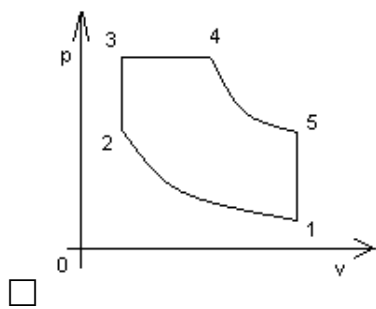
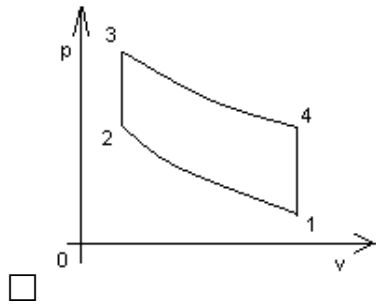
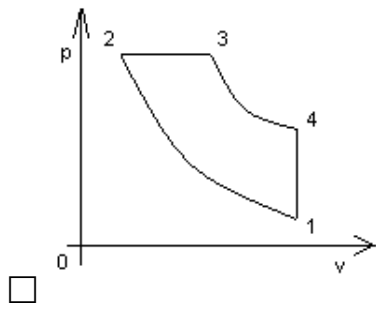
20. На p-v диаграмме



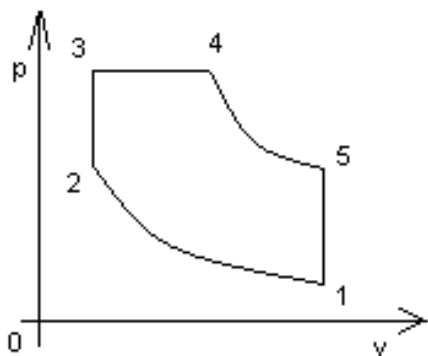
изображен цикл

- Тринклера
- Отто
- Карно
- Дизеля

21. p-v диаграмма цикла Тринклера



22. Процесс подвода теплоты в цикле ДВС на диаграмме



происходит на участках

- 1-2, 2-3
- 2-3, 3-4
- 3-4, 4-1
- 4-1, 1-2

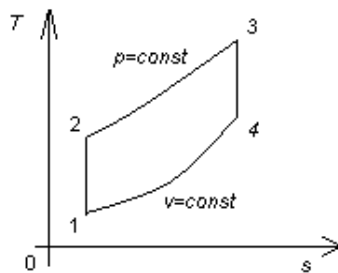
23. Степень сжатия влияет на

- термический к.п.д.

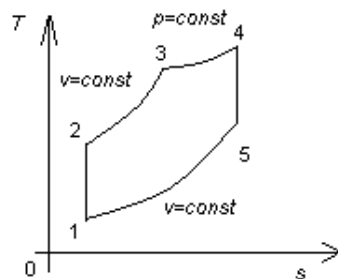
- количество подводимого тепла
- количество отводимого тепла
- теплотворную способность топлива

24. Установите соответствие

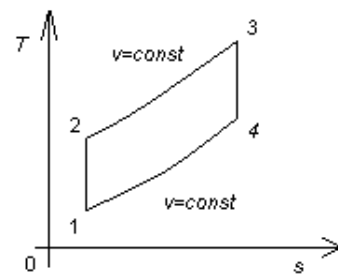
Цикл Дизеля



Цикл Тринклера



Цикл Отто



Цикл Гемфри

Критерии оценивания результатов

Номер задания	Критерии оценки	Баллы
1	Решение задач для самостоятельного решения	0-20
2	Ответы на тесты	0-20
3	Выполнение и сдача лабораторных работ	0-20

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Вопросы для приема экзамена по дисциплине

Экзамен проводится в письменной форме, экзаменуемый получает билет, в котором содержится два вопроса и задача.

### **Низкий уровень**

1. Жидкости и газы как сплошные среды, их основные параметры свойства: сопротивление сдвигу (вязкость), сжимаемость, расширение и параметры состояния: давление, температура, плотность
2. Основные параметры состояния тела
3. Термическое уравнение состояния идеального газа
4. Уравнение состояния реальных газов
5. Первый закон термодинамики
6. Основные законы теплообмена;
7. Теплопроводность плоской стенки, граничные условия I рода для однослойной стенки;
8. Теплопроводность цилиндрической стенки, граничные условия I рода для однослойной стенки
9. Биполярный транзистор.
10. Полевой транзистор.
11. Операционный усилитель Усилительный каскад с общим эмитером.

### **Ниже среднего уровень**

1. Эйлерово и Лагранжево описание жидких потоков. 3D, 2D, осесимметричные и одномерные потоки. Стационарные и нестационарные течения
2. Модели идеальной (невязкой) и ньютоновой жидкости, напряженное состояние в статике и движении, нормальные и касательные напряжения
3. Линии и трубки тока, объемный и массовый расход, уравнение неразрывности для струйки, интеграл Бернулли для невязкой жидкости, гидростатика
4. Закон Дальтона
5. Массовые, молярные и объемные доли
6. Связь между долями
7. Теплоемкость
8. Изотермический, изохорный и изобарный процессы
9. Адиабатный процесс
10. Работа, внутренняя энергия и теплота изотермического, изобарного, изохорного и адиабатного процессов
11. Изображение на Ts диаграмме термодинамических процессов
12. Зависимость между параметрами газа в политропном процессе
13. Работа, внутренняя энергия и теплота политропного процесса
14. Исследование политропного процесса
15. Цикл Карно.
16. Уравнение состояния реальных газов
17. Теплопроводность плоской стенки, граничные условия I рода для многослойной стенки;
18. Теплопроводность цилиндрической стенки, граничные условия I рода для многослойной стенки.
19. Теплопроводность плоской стенки, граничные условия III рода;
20. Теплопроводность цилиндрической стенки, граничные условия III рода;

21. Критический диаметр тепловой изоляции;
22. Теплопроводность стенки при пористом охлаждении; Способы интенсификации теплопередачи.

### Средний уровень

1. Жидкости и газы как сплошные среды, их основные параметры свойства: сопротивление сдвигу (вязкость), сжимаемость, расширение и параметры состояния: давление, температура, плотность
2. Эйлерово и Лагранжево описание жидких потоков. 3D, 2D, осесимметричные и одномерные потоки. Стационарные и нестационарные течения
3. Модели идеальной (невязкой) и ньютоновой жидкости, напряженное состояние в статике и движении, нормальные и касательные напряжения
4. Линии и трубки тока, объемный и массовый расход, уравнение неразрывности для струйки, интеграл Бернулли для невязкой жидкости, гидростатика
5. Понятие о пограничных слоях, условные толщины ПС, явление отрыва ПС.
6. Турбулентность. Представление параметров по Рейнольдсу Турбулентные напряжения
7. Профили (эпюры) скорости при ламинарном и турбулентном течениях в трубах и на пластине
8. Сопротивление движению тела в жидкости. Хорошо и плохообтекаемы тела
9. Уравнение Бернулли для жидкости с учетом вязких потерь (3 формы). Полный напор, статическое, динамическое полное давление, их экспериментальное определение
10. Предмет термодинамики
11. Основные параметры состояния тела
12. Понятие о термодинамическом процессе
13. Термическое уравнение состояния идеального газа
14. Закон Дальтона
15. Массовая доля
16. Молярная доля
17. Объемная доля
18. Связь между долями
19. Энергия
20. Работа и теплота
21. Энтальпия
22. Теплостойкость
23. Зависимость теплостойкости от температуры
24. Теплостойкость газовой смеси
25. Уравнение первого закона термодинамики для закрытой системы
26. Изотермический процесс
27. Изохорный процесс
28. Изобарный процесс
29. Адиабатный процесс
30. Работа, внутренняя энергия и теплота изотермического, изобарного, изохорного и адиабатного процессов
31. Закономерности термодинамических процессов
32. Зависимость между параметрами газа в политропном процессе



33. Работа, внутренняя энергия и теплота политропного процесса
34. Исследование политропного процесса
35. Положение второго закона термодинамики. Циклы прямые и обратные
36. Энтропия
37. Изменение энтропии в процессах
38. Изображения на  $Ts$ -диаграмме основных процессов
39. Термодинамическое равновесие
40. Уравнение состояния реальных газов
41. Изменение агрегатного состояния вещества
42. Теплопередача у ребренной стенки;
43. Регулярный режим охлаждения (нагрева) тел;
44. Теплопроводность однородной пластины при наличии внутренних источников тепла;
45. Теплопроводность цилиндрического стержня при наличии внутренних источников тепла;
46. Теплопроводность однородной цилиндрической стенки при наличии внутренних источников тепла.
47. Нестационарная теплопроводность плоской пластины, регулярные и нерегулярные тепловые режимы;
48. Конвективный теплообмен;
49. Гидравлический и тепловой пограничные слои, турбулентность;
50. Теория подобия, и его уравнение;
51. Физический смысл чисел подобия.

### Высокий уровень

1. Жидкости и газы как сплошные среды, их основные параметры свойства: сопротивление сдвигу (вязкость), сжимаемость, расширение и параметры состояния: давление, температура, плотность
2. Эйлерово и Лагранжево описание жидких потоков. 3D, 2D, осесимметричные и одномерные потоки. Стационарные и нестационарные течения
3. Модели идеальной (невязкой) и ньютоновой жидкости, напряженное состояние в статике и движении, нормальные и касательные напряжения
4. Линии и трубки тока, объемный и массовый расход, уравнение неразрывности для струйки, интеграл Бернулли для невязкой жидкости, гидростатика
5. Понятие о пограничных слоях, условные толщины ПС, явление отрыва ПС.
6. Турбулентность. Представление параметров по Рейнольдсу Турбулентные напряжения
7. Профили (эпюры) скорости при ламинарном и турбулентном течениях в трубах и на пластине
8. Сопротивление движению тела в жидкости. Хорошо и плохообтекаемые тела
9. Уравнение Бернулли для жидкости с учетом вязких потерь (3 формы). Полный напор, статическое, динамическое и полное давление, их экспериментальное определение
10. Течения в трубопроводах, распределенные и местные потери, структура потока на входном и стабилизированном участках, режимы течения, формулы для трения
11. Характерные параметры газового потока (торможения, критические)

12. Безразмерные скорости  $M$  и  $M^*$  (лямбда), изоэнтропические формулы, газодинамические функции (аналитика, таблицы, графики)
13. Сопло Лаваля в расчетном режиме, режимы истечения через конфузор
14. Изменение параметров потока при прохождении через скачок уплотнения
15. Предмет термодинамики
16. Основные параметры состояния тела
17. Понятие о термодинамическом процессе
18. Термическое уравнение состояния идеального газа
19. Закон Дальтона
20. Массовая доля
21. Молярная доля
22. Объемная доля
23. Связь между долями
24. Энергия
25. Работа и теплота
26. Энтальпия
27. Теплоемкость
28. Зависимость теплоемкости от температуры
29. Теплоемкость газовой смеси
30. Уравнение первого закона термодинамики для закрытой системы
31. Уравнение первого закона термодинамики для потока
32. Равновесные термодинамические процессы и их обратимость
33. Изотермический процесс
34. Изохорный процесс
35. Изобарный процесс
36. Адиабатный процесс
37. Работа, внутренняя энергия и теплота изотермического, изобарного, изохорного и адиабатного процессов
38. Закономерности термодинамических процессов
39. Зависимость между параметрами газа в политропном процессе
40. Работа, внутренняя энергия и теплота политропного процесса
41. Исследование политропного процесса
42. Положение второго закона термодинамики. Циклы прямые и обратные
43. Цикл Карно. Теорема Карно
44. Интеграл Клаузиуса
45. Энтропия
46. Изменение энтропии в процессах
47. Изображение на  $Ts$ -диаграмме основных процессов
48. Дифференциальные уравнения внутренней энергии, энтальпии, энтропии
49. Дифференциальные соотношения для теплоемкостей
50. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы
51. Термодинамическое равновесие
52. Уравнение состояния реальных газов
53. Пары. Парообразование при постоянном давлении. Параметры состояния жидкости и пара.  $Ts$ -диаграмма пара
54. Изменение агрегатного состояния вещества
55. Парогазовые смеси
56.  $hs$ -диаграмма пара и  $hs$ -диаграмма влажного воздуха

57. Дифференциальных уравнений энергии и теплопроводности и условия однозначности;
58. Дифференциальных уравнений энергии конвективной теплоотдачи;
59. Изоляции и его критический диаметр;
60. Теплопроводность оребренной стенки, виды оребрения;
61. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена;
62. Ламинарный и турбулентный режимы течения;
63. Теория пограничного слоя

### Примеры задач для решения на экзамене

#### Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации

Оценка	Баллы полученные в течении семестра
Удовлетворительно	55-69
Хорошо	70-84
Отлично	85-100

#### **Максимальное количество баллов за теоретический ответ и практическое задание – 40 баллов**

При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:

1. Правильность выполнения практического задания
2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины
3. Владение специальными терминами и использование их при ответе.
4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы
5. Логичность и последовательность ответа
6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем

От 37 до 40 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

От 34 до 36 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы,

приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.

От 31 до 33 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теоретические основы теплотехники»

Содержание ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» и учебному плану.

1. ОМ соответствует требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию ОМ по дисциплине, а именно:

1) Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

2) Показатели и критерии оценивания компетенций, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результаты обучения, уровней сформированности компетенций.

3) Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

4) Методические материалы ОМ содержат чётко сформулированные рекомендации по проведению процедуры оценивания результатов обучения и сформированности компетенций.

2. Направленность ОМ по дисциплине соответствует целям ОПОП ВО по направлению 18.03.01 «Химическая технология», профстандартам.

3. Объём ОМ соответствует учебному плану подготовки.

4. Качество ОМ в целом обеспечивают объективность и достоверность результатов при проведении оценивания с различными целями.

На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Следует отметить, что созданы условия для максимального приближения системы оценки и контроля компетенций обучающихся к условиям их будущей профессиональной деятельности.

Рассмотрено на заседании учебно-методического совета ИЭЭ «28» октября 2020 г., протокол № 3.

Председатель УМС



Ившин И.В.

## Лист внесенных изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 2021/2022 учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. РПД дополнена разделом 9. «Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работе с обучающимися»

Программа одобрена на заседании кафедры – разработчика «Теоретические основы теплотехники» «18» июня 2021г., протокол №230

Зав. кафедрой Дмитриев А.В.

Программа одобрена методическим советом института Электроразработки и электроники «22» июня 2021г., протокол № 11

Зам. директора по УМР

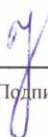


Ахметова

*Подпись, дата*

Согласовано:

Руководитель ОПОП

  
Подпись, дата

Гляр