



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
КГЭУ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики  
Чичирова Н.Д.

«28» октября 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и диагностика теплофизических процессов  
(Наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготов-  
ки

16.03.01 Техническая физика

(Код и наименование направления подготовки)

Направленность(и) (профиль(и)) Теплофизика

(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 16.03.01 Техническая физика (приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 г. № 204)

Программу разработал(и):

доцент, к.т.н.  Круглов В.И. 26.10.2020

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика Теоретические основы теплотехники, протокол № 219 от 6 октября 2020

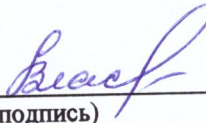
Заведующий кафедрой А.В. Дмитриев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Теоретические основы теплотехники, протокол № 219 от 6 октября 2020

Заведующий кафедрой А.В. Дмитриев

Программа одобрена на заседании учебно-методического совета института теплоэнергетики протокол № 7/20 от 27.10.2020

Зам. директора института теплоэнергетики

  
(подпись) В.М. Виноградов

Программа принята решением Ученого совета института теплоэнергетики протокол № 7/20 от 27.10.2020

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

**Целью** освоения дисциплины «контроль и диагностика теплофизических процессов» является изучение основных методов оценки состояния и диагностировании энергетических систем и применимости их при контроле теплофизических процессов.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- освоение студентами основными подходами и перспективными направлениями в области технической диагностики энергетических систем;
- изучение методов косвенной оценки состояния энергетических систем на основе контроля теплофизических параметров;
- изучение методов прогнозирования отказа энергетических систем при контроле теплофизических параметров состояния.

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

Код и наименование компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
ПК-4 способностью применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики	знать: основные методы диагностирования физико-технических объектов по прямым и косвенным параметрам уметь: применять полученные знания для решения сложных диагностических задач наиболее рациональным методом владеть: основными навыками при испытаниях сложных технических систем на надежность с использованием современного аппаратного и программного обеспечения
ПК-9: способностью использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов	знать: основные и перспективные методы применения технических средств при оценке технического состояния и диагностики отказов сложных энергетических систем. уметь: использовать технические диагностические средства широкого спектра контролируемых параметров владеть: основными навыками применения диагностических средств и методами обобщения диагностической информации
ПК-10: способностью применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров	знать: основные информационные технологии в области диагностики и оценки состояния теплотехнических систем уметь: применять основные пакеты прикладных программ, пользоваться базами данных при диагностировании отказов теплотехнических систем

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «контроль и диагностика теплофизических процессов» относится к дисциплинам по выбору учебного плана по направлению подготовки 16.03.01 Техническая физика.

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основные подходы к диагностированию состояния энергетических систем

уметь: применять полученные знания при комплексном диагностическом исследовании

владеть: основными методами оценки и диагностирования сложных систем по результатам контроля теплофизических параметров.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 85 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 32 час., занятия семинарского типа (практические занятия) 48 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена – 35, КПА - 1, самостоятельная работа обучающегося 96 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 6 час.

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Се-мestr
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	6	216	8
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:</b>		85	85
Лекции (Лек)		32	32
Практические (семинарские) занятия (Пр)		48	48
Лабораторные работы (Лаб)			
Групповые консультации			
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)		2	2
Индивидуальные консультации		2	2
Сдача экзамена (КПА)		1	1
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:</b>		96	96
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: <i>экзамена</i>		35	35
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (За – зачет, ЗО – зачет с оценкой, Э – экзамен)</b>		Э	Э



ских системах														
Раздел 5 принципы построения диагностиче- ских моделей для поиска отказов в энергетиче- ских систе- мах	8	4	4	-	-	19								35
Экзамен														35
<b>ИТОГО</b>		32	48			96								21 6

#### 4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий 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: проблемное обучение, анализ ситуаций и имитационных моделей, работа в команде, обучение на основе опыта.

При реализации дисциплины «контроль и диагностика теплофизических процессов» по образовательной программе «Теплофизика» направления подготовки бакалавров 16.03.01 «Техническая физика» 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=2993>

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/1111>

#### 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: проведение тестирования (письменное или компьютерное), контроль самостоятельной работы обучающихся (в письменной или устной форме).

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 или устно по билетам. На экзамен выносятся теоретические вопросы проработанные в течение семестра на учеб-

ных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Экзаменационные билеты содержат 2 теоретических задания.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (дескрипторы 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	<i>Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки</i>	<i>Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок</i>	<i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок</i>	<i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок</i>
Наличие умений	<i>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки</i>	<i>Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме</i>	<i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами</i>	<i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме</i>
Наличие навыков (владение опытом)	<i>При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки</i>	<i>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</i>	<i>Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами</i>	<i>Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов</i>
Характеристика сформированности компетенции (дескрипторы достижения компетенции)	<i>Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач</i>	<i>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</i>	<i>Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач</i>	<i>Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач</i>

Уровень сформированности компетенции (дескрипторы достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Запланированные дескрипторы освоения дисциплины	Уровень сформированности компетенции (дескрипторы достижения компетенции)			
		Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
		Шкала оценивания			
		отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
		зачтено			не зачтено
ПК-4	Знать:	Основные методы диагностирования физико-технических объектов по прямым и косвенным параметрам	Основные методы диагностирования отказов энергообъектов по теплофизическим параметрам	Область применения методов диагностики по прямым и косвенным параметрам, их достоинства и недостатки	Не соответствовать требованиям для получения более высокой оценки
	Уметь:	Применять полученные знания для решения сложных диагностических задач наиболее рациональным методом	Применять полученные знания при решении диагностических задач из изученных методов	Иметь представление об изученных методах диагностики	Не соответствовать требованиям для получения более высокой оценки
	владеть:	основными навыками при испытаниях сложных технических систем на надежность с ис-	основными навыками при испытаниях технических систем на надежность и методами	иметь представление о процессе поиска отказавшего элемента энергетического объек-	не соответствовать требованиям для получения более высокой оценки



		пользованием современного аппаратного и программного обеспечения	аналитической обработки полученных результатов	та	
ПК-9	Знать:	Основные и перспективные методы применения технических средств при оценке технического состояния и диагностике отказов сложных энергетических систем	область применимости современных программных средств при решении диагностических задач	иметь представление о целесообразности применения изученных методов для решения конкретных технических задач	не соответствовать требованиям для получения более высокой оценки
	знать:	основные информационные технологии в области диагностики и оценки состояния теплотехнических систем	основные информационные технологии при диагностировании теплотехнических систем по теплофизическим параметрам	иметь представление об области применения пакетов прикладных программ для диагностического поиска	не соответствовать требованиям для получения более высокой оценки
ПК-10	уметь:	применять основные пакеты прикладных программ, пользоваться базами данных при диагностировании отказов теплотехнических систем	применять основные пакеты прикладных программ при диагностировании отказов энергосистем по теплофизическим параметрам	ориентироваться в выборе информационных и компьютерных средств при диагностировании отказов теплотехнических объектов	не соответствовать требованиям для получения более высокой оценки

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	Цветков Ф. Ф., Григорьев Б. А.	Тепло-массо обмен	учебное пособие для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2006		142
2	Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е.	Техническая термодинамика	учебник для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2008		196

#### Дополнительная 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	Цветков Ф. Ф., Керимов Р. В., Величко В. И.	Задачник по тепло-массообмену	учебное пособие для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2008		219
2	Логинов В.Н., Попкова О.С., Попов Ю.И., Халитов Ф.Г.	Термодинамика и тепло-массообмен	учебное пособие для вузов	Казань: КГЭУ	2010		печ.

### 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	Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2	Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>
3	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>
4	Образовательный портал	<a href="http://www.ucheba.com">http://www.ucheba.com</a>	<a href="http://www.ucheba.com">http://www.ucheba.com</a>

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

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайн-Трейд" №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	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Д-102, Д-104	доска аудиторная (2 шт.), акустическая система, усилитель-микшер для систем громкой связи, миникомпьютер, монитор, проектор, экран настенно-потолочный,

			микрофон
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Д-118	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)
3	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Д-108	доска аудиторная, 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»
	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Д-116	ноутбук, проектор, демонстрационный комплекс: ТТД, ТМО и «Гидравлика и гидропривод» (экран и графпроектор «Вега»)

4	Самостоятельная работа обучающегося	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

## 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.

## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20\_\_\_\_  
/20\_\_\_\_ учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Указываются номера страниц, на которых внесены изменения,  
и кратко дается характеристика этих изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_  
20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
Подпись, дата

Программа одобрена методическим советом института \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
Подпись, дата

*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»)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

**Контроль и диагностика теплофизических процессов**

*(Наименование дисциплины в соответствии с РУП)*

Направление  
подготовки

16.03.01 Техническая физика  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Направленность(и) (профиль(и))

Теплофизика  
*(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)*

Квалификация

бакалавр

*(Бакалавр / Магистр)*

г. Казань, 2020



Оценочные материалы по дисциплине «Теоретические основы теплотехники» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие дескрипторам достижения компетенции ПК-4, ПК-9, ПК-10.

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: тестирование (письменно или с использованием компьютера); контроль выполнения самостоятельной работы обучающихся, подготовка.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 8 семестре. 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 8

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Запланированные дескрипторы освоения дисциплине	Уровень освоения дисциплины, баллы				
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично	
				не зачтено	зачтено			
				низкий	ниже среднего	средний	высокий	
Текущий контроль успеваемости								
Раздел 1 Анализ основных методов оценки технического состояния и диагностирования энергетических систем	Подготовка к занятию	РЗ	ПК-4, ПК-9, ПК-10	менее2	2-3	3-4	4-5	
Раздел 2 Основы теории надежности энергетических систем	Подготовка к занятию	РЗ	ПК-4, ПК-9, ПК-10	менее2	2-3	3-4	4-5	
Раздел 3 Методы оценки технического состояния сложных систем по косвенным	Подготовка к занятию	РЗ	ПК-4, ПК-9, ПК-10	менее2	2-3	3-4	4-5	

параметрам							
Раздел 4 применение теплофизич еских параметров для диагностир ования отказов в энергетичес ких системах	Подготов ка к занятию	<i>P3</i>	ПК-4, ПК-9, ПК-10	менее2	2-3	3-4	4-5
Раздел 5 принципы построения диагностиче ских моделей для поиска отказов в энергетичес ких системах	Подготов ка к занятию	<i>P3</i>	ПК-4, ПК-9, ПК-10	менее2	2-3	3-4	4-5
Всего баллов				Менее 24	24-36	36-48	48-60
Промежуточная аттестация							
	Подготовка к экзамену	Задани я к экзаме ну		менее30	31-33	34-36	37-40
<b>Итого баллов</b>				<b>0-54</b>	<b>55-69</b>	<b>70-84</b>	<b>85-100</b>

## 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
Разноуровневые задачи и задания (P3)	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;	Комплект разноуровневых задач

	в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения	
Экзамен(экзамен)(Экз)	Комплектовопросовизадачдлясдачипромежуточнойаттестациивформеэкзамена	вопросыдляподготовкикэкзамену

### 3. Фонд оценочных средств текущего контроля успеваемости обучающихся

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

#### Пример задач для самостоятельного решения

##### 1

##### *Для базового уровня:*

1. Определите внутренний КПД ГТУ, если известны:  
 степень повышения давления в компрессоре  $\lambda=4$ ;  
 температура всасываемого воздуха в компрессор  $t_3 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 температура воздуха на выходе из камеры сгорания  $t_1 = 700 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 относительный внутренний КПД турбины  $\eta_{oi}=0,88$ ;  
 внутренний КПД компрессора  $\eta_k=0,85$ ;  
 КПД камеры сгорания  $\eta_{к.с.}=0,97$ ;  
 показатель адиабаты  $k=1,4$ .

##### *Для продвинутого уровня:*

1. Определите внутренний КПД ГТУ с регенерацией  $\sigma=0,7$ , если известны:  
 степень повышения давления в компрессоре  $\lambda=3,16$ ;  
 температура всасываемого воздуха в компрессор  $t_3 = 27^\circ\text{C}$ ;  
 температура воздуха на выходе из камеры сгорания  $t_1 = 707^\circ\text{C}$ ;  
 относительный внутренний КПД турбины  $\eta_{oi}=0,87$ ;  
 внутренний КПД компрессора  $\eta_k=0,85$ ;  
 КПД камеры сгорания  $\eta_{к.с.}=0,97$ ;  
 показатель адиабаты  $k=1,4$ .

##### *Для высокого уровня:*

1. Определите эффективный КПД ГТУ, работающей со сгоранием топлива при постоянном давлении с регенерацией теплоты, если известны:  
 степень повышения давления в компрессоре  $\lambda=4$ ;  
 температура всасываемого воздуха в компрессор  $t_3 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 температура воздуха на выходе из камеры сгорания  $t_1 = 702 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 температура воздуха перед регенератором  $t'_B = 337 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 температура газов перед регенератором  $t'_T = 387 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 относительный внутренний КПД турбины  $\eta_{oi}=0,88$ ;  
 внутренний КПД компрессора  $\eta_k=0,85$ ;

КПД камеры сгорания  $\eta_{к.с.}=0,98$ ;  
показатель адиабаты  $k=1,4$ .

## 2

### *Для базового уровня:*

1. Определить поверхность нагрева противоточного водоводяного теплообменника, если известны расход нагреваемой воды  $w_2=5\text{ кг/с}$ , температура нагревающей воды на входе в теплообменник  $t'_1=97\text{ }^\circ\text{C}$ , температура нагревающей воды на выходе из теплообменника  $t''_1=63\text{ }^\circ\text{C}$ , температура нагреваемой воды на входе в теплообменник  $t'_2=17\text{ }^\circ\text{C}$ , температура нагреваемой воды на выходе из теплообменника  $t''_2=47\text{ }^\circ\text{C}$ , коэффициент теплопередачи  $k=1,1\text{ кВт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$

### *Для продвинутого уровня:*

1. Определить расход нагревающего пара и поверхность нагрева противоточного пароводяного теплообменника, если известны расход нагреваемой воды  $w_2=5,6\text{ кг/с}$ , давление пара  $p_{\text{п}}=0,12\text{ МПа}$ , температура пара  $t_{\text{п}}=104\text{ }^\circ\text{C}$ , энтальпия конденсата  $h'_к=436\text{ кДж/кг}$ , температура нагреваемой воды на входе в теплообменник  $t'_2=12\text{ }^\circ\text{C}$ , температура нагреваемой воды на выходе из теплообменника  $t''_2=42\text{ }^\circ\text{C}$ , коэффициент теплопередачи  $k=1,05\text{ кВт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$ , коэффициент, учитывающий потери тепла в окружающую среду  $\eta=0,97$ .

### *Для высокого уровня:*

1. Определить средний расход нагревающей воды и средний температурный напор прямоточном пароводяном теплообменнике, если известны расход нагреваемого пара  $D_1=1\text{ кг/с}$ , давление пара  $p_{\text{п}}=0,118\text{ МПа}$ , температура пара  $t_{\text{п}}=104\text{ }^\circ\text{C}$ , энтальпия конденсата  $h'_к=436\text{ кДж/кг}$ , температура нагреваемой воды на входе в теплообменник  $t'_2=10\text{ }^\circ\text{C}$ , температура нагреваемой воды на выходе из теплообменника  $t''_2=36\text{ }^\circ\text{C}$ , коэффициент теплопередачи  $k=1,05\text{ кВт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$ , коэффициент, учитывающий потери тепла в окружающую среду  $\eta=0,97$ .

## 3

### *Для базового уровня:*

1. В водяном гладкотрубчатом экономайзере нагревается  $G=10000\text{ кг/ч}$  воды с  $t'_2=40\text{ }^\circ\text{C}$  до  $t''_2=40\text{ }^\circ\text{C}$ . Газы при этом охлаждаются с  $t'_1=350\text{ }^\circ\text{C}$  до  $t''_1=150\text{ }^\circ\text{C}$ . Коэффициент теплопередачи экономайзера  $k=16,3\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$ . Определить поверхность нагрева при противотоке и прямотоке воды и газов.

### *Для продвинутого уровня:*

1. Произвести тепловой и конструктивный расчеты основных деталей секционного водоводяного подогревателя теплосети при следующих условиях:

схема движения теплоносителей – противоток;  
производительность аппарата  $Q=1,75$  Дж/с,  
температура греющей воды  $t'_1 = 130$  °С и  $t''_1 = 100$  °С  
температура нагреваемой воды  $t'_2 = 62$  °С до  $t''_2 = 92$  °С  
поверхность нагрева выполнена из латунных трубок диаметром  $d_{вн}/d_{н} = 14/16$

мм

теплопроводность материала трубок  $\lambda=104,9$  Вт/(м·°С)  
толщина накипи  $\delta_n=0,2$  мм  
теплопроводность накипи  $\lambda_n=3,49$  Вт/(м·°С)  
коэффициент, учитывающий потери тепла в окружающую среду  $\eta=0,97$ .

***Для высокого уровня:***

1. Произвести тепловой и конструктивный расчеты основных деталей секционного водоводяного подогревателя теплосети при следующих условиях:

схема движения теплоносителей – противоток;  
производительность аппарата  $Q=1,75$  Дж/с,  
температура греющей воды  $t'_1 = 130$  °С и  $t''_1 = 100$  °С  
температура нагреваемой воды  $t'_2 = 62$  °С до  $t''_2 = 92$  °С  
поверхность нагрева выполнена из латунных трубок диаметром  $d_{вн}/d_{н} = 14/16$

мм

теплопроводность материала трубок  $\lambda=104,9$  Вт/(м·°С)  
толщина накипи  $\delta_n=0,2$  мм  
теплопроводность накипи  $\lambda_n=3,49$  Вт/(м·°С)  
коэффициент, учитывающий потери тепла в окружающую среду  $\eta=0,97$ .

По расчетным данным выбрать типовой водоводяной подогреватель типа МВН и затем выполнить поверочный расчет.

**4.**

***Для базового уровня:***

1. Определить состав горючей массы кизеловского угля марки Г, если состав рабочей массы:  $C^P=48,5\%$ ,  $H^P=3,6\%$ ,  $S^P_{л}=6,1\%$ ,  $N^P=0,8\%$ ,  $O^P=4\%$ , зольность сухой массы  $A^C=33\%$ , влажность рабочая  $W^P=6\%$ .

***Для продвинутого уровня:***

1. Определить низшую теплоту сгорания сухого природного газа состава:  $CO_2=0,8\%$ ,  $CH_4=3,8\%$ ,  $C_2H_6=3,8\%$ ,  $C_3H_8=1,9\%$ ,  $C_4H_{10}=0,9\%$ ,  $C_5H_{12}=0,3\%$ ,  $N_2=7,8\%$ .

***Для высокого уровня:***

1. Для угля марки К состава:  $C^P=54,7\%$ ,  $H^P=3,3\%$ ,  $S^P_{л}=0,8\%$ ,  $N^P=0,8\%$ ,  $O^P=4,8\%$ , зольность сухой массы  $A^P=27,6\%$ , влажность рабочая  $W^P=8\%$ , определить высшую теплоту сгорания рабочей массы, приведенную влажность и приведенную зольность угля.

## Критерии оценивания результатов

Номер задания	Критерии оценки	Баллы
1	Разноуровневые задачи и задания (РЗ) Задача решена верно, приведены все единицы измерения 5 баллов В решении задачи допущены небольшие расчетные ошибки (4б) Задача решена не полностью, но часть приведенного решения верна (3б) Задача решена полностью неверно (менее 2б)	0-5
2	Выполнение и сдача лабораторных работ	0-5

### 4. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации

#### Вопросы для приема экзамена по дисциплине

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

#### *Вопросы для базового уровня*

1. Экономия энергии.
2. Тепловые насосы и отопительные теплонасосные системы.
3. Проблемы энергосбережения.
4. Энергосбережение в промышленных областях.
5. Определение и классификация теплофизических процессов.
6. Источники энергии теплотехнологии.
7. ЭТУ – как теплотехнологическая установка.
8. Энергетический баланс и энергетические характеристики.
9. Экономия энергии в ЭТУ.
10. Промышленные тепло- и массообменные аппараты и установки.

Виды расчетов.

11. Области применения и методы получения низких температур.
12. Классификация криогенных и холодильных установок.
13. Низкотемпературная теплоизоляция.
14. Область применения и классификация тепломасообменных аппаратов низкотемпературной техники.
15. Энергетическая эффективность теплофикации.
16. Определение удельной экономии топлива при теплофикации.
17. Тепловое потребление.
18. Теплонасосные установки.

#### *Вопросы для продвинутого уровня*

1. Экономия энергии.
2. Тепловые насосы и отопительные теплонасосные системы.
3. Проблемы энергосбережения.
4. Энергосбережение в промышленных областях.
5. Определение и классификация теплофизических процессов.
6. Источники энергии теплотехнологии.
7. ЭТУ – как теплотехнологическая установка.
8. Энергетический баланс и энергетические характеристики.
9. Экономия энергии в ЭТУ.
10. Промышленные тепло- и массообменные аппараты и установки.
11. Области применения и методы получения низких температур.
12. Классификация криогенных и холодильных установок.
13. Низкотемпературная теплоизоляция.
14. Тепловое потребление.
15. Теплонасосные установки.

### ***Высокий уровень***

1. Экономия энергии.
  2. Тепловые насосы и отопительные теплонасосные системы.
  3. Проблемы энергосбережения.
  4. Энергосбережение в промышленных областях.
  5. Определение и классификация теплофизических процессов.
  6. Источники энергии теплотехнологии.
  7. Тепловые схемы высокотемпературных теплотехнологических установок.
  8. Теплотехнические принципы организации технологических процессов.
  9. Требования к высокотемпературным теплотехнологическим установкам.
  10. ЭТУ – как теплотехнологическая установка.
  11. Энергетический баланс и энергетические характеристики.
  12. Экономия энергии в ЭТУ.
  13. Основные направления разработки ЭТУ с улучшенными энергетическими характеристиками.
  14. Промышленные тепло- и массообменные аппараты и установки.
- Виды расчетов.
15. Примеры расчетов промышленных тепло- и массообменных аппаратов и установок.
  16. Области применения и методы получения низких температур.
  17. Классификация криогенных и холодильных установок.
  18. Низкотемпературная теплоизоляция.
  19. Область применения и классификация тепломассообменных аппаратов низкотемпературной техники.
  20. Энергетическая эффективность теплофикации.
  21. Выбор коэффициента теплофикации.

22. Определение удельной экономии топлива при теплофикации.
23. Тепловое потребление.
24. Системы теплоснабжения.
25. Тепловые сети.
26. Теплонасосные установки.
27. Состав и схемы систем теплоэнергоснабжения.
28. Определение и классификация систем кондиционирования.

#### 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.