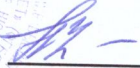




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
КГЭУ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИТЭ

 Н.Д. Чичирова
«28» октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы интенсификации теплообмена

(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 по направлению подготовки бакалавров 16.03.01 «Техническая физика» с учетом профессионального стандарта «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» от 12 марта 2015 г. №204.

Программу разработал(и):

К.Т.Н., доцент

(должность, ученая степень)

(дата, подпись)

26.10.2020

Шарипов И.И.

(Фамилия И.О.)

(должность, ученая степень)

(дата, подпись)

(Фамилия И.О.)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика «Теоретические основы теплотехники», протокол № 219 от 06.10.2020

Заведующий кафедрой ТОТ А.В. Дмитриев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры «Теоретические основы теплотехники», протокол № 219 от 06.10.2020

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

Власов С.М. Власов
(подпись)

Программа принята решением Ученого совета института теплоэнергетики протокол № 219 от 27.10.2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Методы интенсификации теплообмена» является изучение физических основ механизма действия и конструкции различных промышленно перспективных интенсификаторов теплоотдачи, методов теплогидравлического расчета и оптимизации интенсифицированных каналов теплообменного оборудования, необходимых при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок теплотехнического оборудования.

Задачами дисциплины являются:

- овладеть основными методами интенсификации теплоэнергетических установок;
- изучить основные конструкции перспективных интенсификаторов теплоотдачи;
- научиться методам теплогидравлического расчета и оптимизации интенсифицированных каналов и теплоэнергетических установок.

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-14 – способностью разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров.	З1 (ПК-14) Знать: основы теории и практики процессов теплообмена; У1 (ПК-14) Уметь обосновать выбор оптимального интенсификатора теплообмена, обеспечивающий наилучшие показатели для конкретного ТЭУ с учетом технологических параметров; У2 (ПК-14) Уметь разрабатывать функциональные и структурные схемы способа интенсификации. В1 (ПК-14) Владеть основными методами и способами интенсификации теплообмена.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.16 «Методы интенсификации теплообмена» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ОПОП по направлению подготовки 16.03.01 «Техническая физика», образовательной программы Теплофизика

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: фундаментальные законы технической термодинамики и тепломассообмена, рабочие процессы, протекающие в тепловых машинах, методы экспериментального изучения процессов тепломассообмена; физического и математического моделирования процессов переноса теплоты (массы).

уметь: выбирать законы и закономерности для расчета и анализа процессов в теплоэнергетических установках, методы оценки тепловой эффективности ТЭУ, выбирать законы и физико-математические модели для расчета и анализа процессов тепломассообмена в теплотехнологических установках; определять термодинамические свойства рабочих тел и теплоносителей, рассчитывать процессы в ТЭУ и показатели тепловой экономичности ТЭУ, физически и математически моделировать процессы тепломассообмена в теплотехнических установках и рассчитывать потоки теплоты и массы, поля температуры в элементах этих установок.

владеть: навыками применения физико-математических моделей, уравнений и справочных баз данных для расчета и анализа процессов тепломассообмена в теплоэнергетических и теплотехнологических установках.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетные единицы (ЗЕ), всего 216 часа(ов), из которых 119 часа(ов) составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 34 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 48 час., курсовое проектирование 32 час., групповые и индивидуальные консультации 4 час., прием экзамена (КПА) - 1 час.,) самостоятельная работа обучающегося 44 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 11,7 часов.

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	6	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:		119	119
Лекции (Лек)		34	34
Практические (семинарские) занятия (Пр)		48	48
Лабораторные работы (Лаб)		-	-
Групповые консультации		4	4
Курсовое проектирование		32	32
Индивидуальные консультации		-	-
Сдача экзамена / зачета с оценкой (КПА)		1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:		62	62
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: <i>экзамена</i>		35	35
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (За – зачет, ЗО – зачет с оценкой, Э – экзамен)		Э	Э

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	Курсовой проект	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена	Итого					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Современное и будущее развитие энергетики.	7	2							2	31	1о, 2о			
2. Эффективность теплообменных аппаратов (ТА).	7	2	4			–			6	31, У1	1о, 2о, 1д, 3д			
3. Способы интенсификации ТО и массообмена при различных режимах течения теплоносителей.	7	4	12			–			16	31, У1, У2	2о, 2д,			
4. Результаты теоретического и экспериментального исследования теплообмена и динамики потока в каналах с интенсификаторами ТО.	7	8	2			4			14	У1, У2, В1	2о, 1д, 3д			
5. Модели и методы расчета теплоотдачи и трения в интенсифицированных каналах.	7	8	12			22			42	У1, У2, В1	3о, 3д	ПЗ		10
6. Свойства ДШК при течении различных теплоносителей (газа, воды, вязкой жидкости).	7	4	8			6			18	У1, У2, В1	3о, 2д	ПЗ		10
7. Влияние ИТО на теплогидравлическое качество.	7	6	10			–			16	31, У1, У2, В1	3о, 1д	ПЗ		10
Курсовой проект	7			32	2	30			64	У1, У2, В1	3о, 1д, 2д, 3д	КП		30

Подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена	7				2		35		37				Тест	40
Экзамен	7							1	1				Э	
ИТОГО		34	48	32	4	62	35	1	216					100

4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии (лекции в сочетании с практическими занятиями, самостоятельное изучение определённых разделов) и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: интерактивные лекции, проблемное обучение, работа в команде, опережающая самостоятельная работа.

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: контроль самостоятельной работы обучающихся (в письменной или устной форме), практических заданий, выполненных индивидуально.

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 устно по билетам и в виде тестирования. На экзамен выносятся теоретические и практические задания, проработанные в течение семестра на учебных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Экзаменационные билеты содержат 1 теоретическое задание и 1 задание практического характера. Тестовые задания выполняются на компьютере и содержат 40 теоретических вопросов.

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	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	При решении стандартных	Имеется минимальный набор навыков	Продемонстрированы базовые навыки при	Продемонстрированы навыки при

(владение опытом)	задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	решении стандартных задач с некоторыми недочетами	решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (дескриптора достижения компетенции)	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 (дескриптора 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-14	знать:				
	основы теории и практики процессов теплообмена. 31	Четко знает основы теории и практики процессов теплообмена.	Разбирается в основных способах научных исследований и методы анализа полученных данных.	Имеет представления о процессах теплообмена	Не имеет представления о процессах теплообмена
	уметь:				
	обосновать выбор оптимального интенсификатора теплообмена, обеспечи-	Свободно умеет обосновать выбор оптимального интенсификатора теп-	С небольшими ошибками может обосновать выбор оптимального интенсификатора	С грубыми ошибками может обосновать выбор оптимального интенсификатора теплообмена.	Не может обосновать выбор интенсификатора теплообмена для конкрет-

	вающий наилучшие показатели для конкретного ТЭУ с учетом технологических параметров. У1	лообмена	теплообмена.		ного ТЭУ.
	разрабатывать функциональные и структурные схемы способа интенсификации. У2	Свободно умеет разрабатывать функциональные и структурные схемы способа интенсификации..	Умеет разрабатывать функциональные и структурные схемы способа интенсификации с небольшими ошибками.	С большим количеством ошибок может разрабатывать функциональные и структурные схемы способа интенсификации.	Не может разрабатывать функциональные и структурные схемы способа интенсификации.
	владеть:				
	основными методами и способами интенсификации теплообмена. В1	Свободно владеет основными методами и способами интенсификации теплообмена.	С небольшими ошибками владеет основными методами и способами интенсификации теплообмена.	Слабо владеет методами и способами интенсификации теплообмена	Не имеет представления о методах и способах интенсификации теплообмена

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 «Теоретические основы теплотехники» 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	Резников А. Н.	Тепловые процессы в технологических системах	учебник	. – Санкт-Петербург : Лань	2016	https://e.lanbook.com/book/	
2	Трухний А.Д.	Основы современной энергетики. в 2-х т. Том 1. Современная теплоэнергетика	учебник для студентов вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2016		25
3	Сахин В.В.	Устройство и дей-	учебное пособие	– Санкт-Петербург :	2015	https://e.lanbook.com/book/7	

		ствие энергети- ческих ус- тановок		БГТУ "Во- енмех" им. Д.Ф. Усти- нова		5162	
--	--	---	--	---	--	------	--

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименова- ние	Вид издания (учебник, учебное посо- бие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес элек- тронного ресурса	Кол-во экземпля- ров в биб- лиотеке КГЭУ
1	Горты- шов Ю. Ф. , По- пов И. А., Олимпи- ев В.В.	Теплогид- равличе- ская эф- фектив- ность пер- спектив- ных спо- собов ин- тенсифи- кации теп- лоотдачи в каналах теплооб- менного оборудо- вания	монография	Казань : Центр ин- новацион- ных техно- логий,	2009		4
2	Олимпи- ев В.В.	Интенси- фикация теплооб- мена и энергсбе- режение	учебное по- сobie	Казань: КГЭУ	2006		65
3	Горты- шов Ю. Ф.	Теплогид- равличе- ский рас- чет и про- ектирова- ние обору- дования с интенси- фициро- ванным теплооб- меном	монография	- Казань : КГТУ,	2004		38

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
3	Энциклопедии, словари, справочники	http://www.rubricon.com

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии «Росстандарт»	http://rst.gov.ru	логин-пароль

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru	открытый
2	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru	открытый
3	Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH	http://www.zbmath.org	открытый
4	Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink	http://link.springer.com	открытый
5	Образовательный портал	http://www.ucheba.com	открытый

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Операционная система Windows 7 Профессиональная	лицензионное	Договор ПО ЛИЦ № 0000/20, лицензиар – ЗАО «Такс-Нет Сервис»
2	Office Professional Plus 2007 Russian OLP NL	лицензионное	Договор № 225/10, лицензиар - ЗАО «СофтЛайнТрейд»
3	https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=318	свободно	-
4	Браузер Chrome	свободно	-
5	ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ "Читатель", АРМ "Книговыдача"	лицензионное	№61/2008 от 17.06.2008

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-10,2 Д-104, Д-116.	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран).

2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Д-108, Д-116, Д-118.	<i>Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран).</i>
		Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а, В-600б, Д-106	<i>Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др., лицензионное программное обеспечение</i>
4	Самостоятельная работа обучающегося	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а, В-600б, Д-106	<i>Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение</i>
		Читальный зал библиотеки	<i>Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение</i>

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

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

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

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

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на не-

го, 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.

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 мило-

сердца и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

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

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

Культурно-просветительское воспитание:

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

- формирование эстетической картины мира;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

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

Физическое воспитание:

- формирование ответственного отношения к своему здоровью, потребности в здоровом образе жизни;

- формирование культуры безопасности жизнедеятельности;

- формирование системы мотивации к активному и здоровому образу жизни, занятиям спортом, культуры здорового питания и трезвости.

Профессионально-трудовое воспитание:

- формирование добросовестного, ответственного и творческого отношения к разным видам трудовой деятельности;

- формирование навыков высокой работоспособности и самоорганизации, умение действовать самостоятельно, мобилизовать необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;

Экологическое воспитание:

формирование экологической культуры, бережного отношения к родной земле, экологической картины мира, развитие стремления беречь и охранять природу;

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 _____

Подпись, дата

И.О. Фамилия

Программа одобрена методическим советом института _____

«__» _____ 20__г., протокол № _____

Зам. директора по УМР _____

Подпись, дата

И.О. Фамилия

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____

Подпись, дата

И.О. Фамилия

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Методы интенсификации теплообмена

(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 «Методы интенсификации теплообмена» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие дескрипторам достижения компетенций ПК-14.

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: контроль самостоятельной работы обучающихся (в письменной или устной форме), выполнение практических заданий выполненных индивидуально или группой обучающихся.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 4 курс, 7 семестр. 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 7

Номер раздела/ темы дис- циплины	Вид СРС	Наимено- вание оценочного средства	Заплани- рованные дескрипторы освоения дисциплине	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
5	Изучение теорети- ческого материал а, подготов ка к ПЗ	ПЗ	ПК-14	менее 4	4-6	6-8	8-10
6	Изучение теорети- ческого материал а, подготов ка к ПЗ	ПЗ	ПК-14	менее 4	4-6	6-8	8-10
7	Изучение теорети- ческого материал а, подготов	ПЗ	ПК-14	менее 4	4-6	6-8	8-10

	ка к ПЗ						
КП	Выполнение курсового проекта	КП	ПК-14	менее 8	8-22	22-26	26-30
Всего баллов				менее 30	30-40	40-50	50-60
Промежуточная аттестация							
	Подготовка экзамену	Задания экзамену	ПК-14	менее 24	25-29	30-34	35-40
Итого баллов				0-54	55-69	70-84	85-100

2. Перечень оценочных средств

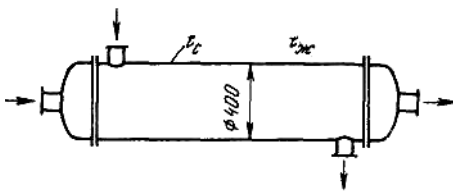
Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

3. Фонд оценочных средств текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Практическое задание к разделу 5. Модели и методы расчета теплоотдачи и трения в интенсифицированных каналах.
Представление и содержание оценочных материалов	Задание состоит из трех задач разной сложности (высокого, продвинутого и базового). <i>Перечень примерных заданий</i> Задача для базового уровня: Определить среднюю температуру стенки в паровом подогревателе, в котором водяным паром ($P_{абс}=0,3\text{МПа}$) подогревается: а) воздух при атмосферном давлении; б) вода. Средняя температура воздуха и воды $t_4=20^\circ\text{C}$. Толщина стенки труб из стали $\delta_{ст}=2\text{мм}$. Коэффициент теплопроводности стали $\lambda_{ст}=46,5\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Учесть наличие ржавчины на обеих сторонах стенки. Тепловая проводимость одного слоя ржавчины: $1/r_{рж}=2500\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Обозначения температур выбрать следующие: t_1 - температура конденсации водяного пара (выбирается при $P_{абс}$).

	Задача для продвинутого уровня: Определить поверхность нагрева и число секций водоводяного теплообменника типа “труба в трубе”. Гретьящая вода движется по внутренней стальной трубе (коэффициент теплопроводности стали $\lambda_{ст} = 46,5 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$) диаметром $d_2/d_1 = 35/32 \text{ мм}$ и имеет температуру на входе $t'_{ж1} = 95^\circ\text{С}$. Расход гретьящей воды $G_1 = 0,6 \text{ кг/с}$. Нагретьяемая вода движется противотоком по кольцевому каналу между трубами и нагретьяется от температуры $t'_{ж2} = 10^\circ\text{С}$ до $t''_{ж2} = 30^\circ\text{С}$. Внутренний диаметр внешней трубы $D = 100 \text{ мм}$. Расход нагретьяемой воды $G_2 = 0,88 \text{ кг/с}$. Длина одной секции теплообменника $l = 1,5 \text{ м}$. Потерями тепла через внешнюю поверхность теплообменника пренебречь. Теплоемкость воды принять приблизительно $c_{p2} \approx 4,19 \text{ кДж/кг град}$. Показать графически изменение температур теплоносителей вдоль поверхности теплообмена. Указание. При турбулентном режиме течения теплоносителей расчет числа Нуссельта следует вести по формуле $\text{Nu}_{ж} = 0,021 \text{Re}_{ж}^{0,8} \text{Pr}_{ж}^{0,43} (\text{Pr}_{ж}/\text{Pr}_{ст})^{0,25}$ Физические свойства воды находим по средним арифметическим значениям температур теплоносителей. Задача для высокого уровня: Вдоль плоской стенки аппарата продувается воздух со скоростью w при средней температуре t_1 и давлении p_1. Снаружи аппарат покрыт слоем изоляции (ленопласт) толщиной 40 мм. Определить количество теплоты q, теряемое с 1 м^2 стенки аппарата по вариантам. Длина стальной стенки 7,5 м, толщина 7 мм; температура воздуха в помещении 22°С. Учесть загрязнение внутренней стенки аппарата.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах¹	При оценке выполненной контрольной работы учитываются следующие критерии: 1. <i>Знание материала</i> ☐ содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 3 балла; ☐ содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 1 балл; ☐ не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; 2. <i>Сложность задачи</i> ☐ задача для высокого уровня – 4 балла; ☐ задача для продвинутого уровня – 3 балла; ☐ задача для базового уровня – 2 балла; ☐ отсутствие решения задачи – 0 баллов; 3. <i>Уровень теоретического анализа</i> ☐ показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 3 балла; ☐ обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 1 балл; ☐ полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов Максимальное количество баллов - 10
Наименование	Практическое задание к разделу 6. Свойства ДШК при течении

оценочного средства	различных теплоносителей (газа, воды, вязкой жидкости).
Представление и содержание оценочных материалов	Задание состоит из трех задач разной сложности (высокого, продвинутого и базового). <i>Перечень примерных заданий</i> Задача для базового уровня: Вычислить потери тепла в единицу времени с 1 м^2 поверхности горизонтального теплообменника, корпус которого имеет цилиндрическую форму и охлаждается свободным потоком воздуха.  Наружный диаметр корпуса теплообменника $d=400 \text{ мм}$; температура поверхности $t_c=200^\circ \text{ С}$ и температура воздуха в помещении $t_{\text{ж}}=30^\circ \text{ С}$. Задача для продвинутого уровня: 45 т/ч нитробензола при 20° С перекачиваются насосом из бака с атмосферным давлением в реактор, где поддерживается избыточное давление 0,02 МПа. Трубопровод выполнен из стальных труб диаметром $90 \times 3 \text{ мм}$ с незначительной коррозией. Длина всего трубопровода, включая местные сопротивления, $L=35 \text{ м}$. На трубопроводе установлены: диафрагма ($d_0 = 51,3 \text{ мм}$), две задвижки и четыре отвода под углом 60° С с радиусом изгиба $R_0=150 \text{ мм}$. Высота подъема жидкости $h_{\text{под}}=10 \text{ м}$. Найти мощность, потребляемую насосом, приняв общий к. п. д. его равным $\eta=0,5$. Принять коэффициент трения $\lambda=0,03$. Теплофизические свойства нитробензола при 20° С: $\rho=1200 \text{ кг/м}^3$ - плотность; $\mu=2,1 \cdot 10^{-3} \text{ МПа} \cdot \text{с}$ - динамическая вязкость. Задача для высокого уровня: 1. Выполнить проверочный расчет регенератора ГХМ на температурный уровень 75К. Определить средний температурный напор между потоками рабочего тела $\Delta \bar{T}$, недорекуперацию на теплом конце насадки $\Delta T_{\text{нед}}$, потери от недорекуперации $\Delta T_{\text{нас}}$. Исходные данные: рабочее тело – аммиак; среднее давление аммиака $P \text{ МПа}$; время холодного и теплого дутья $\tau \text{ с}$, что соответствует частоте вращения вала $n=1300 \text{ об/мин}$; температура аммиака на холодном конце регенератора $T_{\text{х}}=71 \text{ К}$, на теплом конце $T_{\text{т}}=305 \text{ К}$; расход аммиака $G \text{ кг/с}$. Геометрические размеры генератора: внутренний диаметр насадки $D_{\text{вн}}=0,128 \text{ м}$; наружный диаметр насадки $D_{\text{нар}}=0,275 \text{ м}$; высота насадки $H=0,068 \text{ м}$. Теплофизические свойства аммиака при $\bar{T}=213 \text{ К}$: коэффициент теплопроводности $\lambda=0,55 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$; теплоемкость $c_p=4,37 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$; плотность $\rho=713,9 \text{ кг/м}^3$; динамическая вязкость $\eta=14,3 \cdot 10^{-8} \text{ Па} \cdot \text{с}$.
Критерии оценки и шкала оценивания	При оценке выполненной контрольной работы учитываются следующие критерии: 1. <i>Знание материала</i> ☐ содержание материала раскрыто в полном объеме,

в баллах	предусмотренной программой дисциплины – 3 балла; □ содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 1 балл; □ не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; 2. Сложность задачи □ задача для высокого уровня – 4 балла; □ задача для продвинутого уровня – 3 балла; □ задача для базового уровня – 2 балла; □ отсутствие решения задачи – 0 баллов; 3. Уровень теоретического анализа □ показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 3 балла; □ обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 1 балл; □ полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов Максимальное количество баллов - 10
Наименование оценочного средства	Практическое задание к разделу 7. Влияние ИТО на теплогидравлическое качество.
Представление и содержание оценочных материалов	Задание состоит из трех задач разной сложности (высокого, продвинутого и базового). <i>Перечень примерных заданий</i> Задача для <i>базового</i> уровня: Цилиндрический сосуд для хранения жидкого кислорода выполнен с двойными стенками, покрытыми слоем серебра, коэффициент поглощения которого $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,02$. На наружной поверхности внутренней стенки температура $t_1 = -183^\circ\text{C}$, а на внутренней поверхности наружной стенки температура $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Расстояние между стенками мало, и поверхность F_1 можно считать равной поверхности F_2. Вычислить тепловой поток, проникающий в сосуд через стенки путем лучистого теплообмена, если теплоотдающая поверхность $F = 0,157 \text{ м}^2$. Задача для <i>продвинутого</i> уровня: Температура поверхности выходного коллектора пароперегревателя высокого давления $t_c = 500^\circ\text{C}$. Вычислить тепловые потери с 1 пог. м неизолированного коллектора путем лучистого теплообмена, если наружный диаметр коллектора $d = 275 \text{ мм}$, коэффициент поглощения $A_c = 0,8$, а температура ограждений $t_2 = 30^\circ\text{C}$. Задача для <i>высокого</i> уровня: Тепловая труба изготовлена из меди, теплоноситель – вода. Внешний диаметр трубы $d_1 \text{ м}$; внутренний $d_2 \text{ м}$ (таб. 6.1); $\delta_\phi = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ – толщина фитиля. Фитиль выполнен из медной сетки с пористостью $\varepsilon = 0,45$; радиус капиллярных пор $R' = 13 \cdot 10^{-5} \text{ м}$; эффективная теплопроводность $\lambda_\phi = 1,7 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$; коэффициент проницаемости $K = 1,6 \times 10^{-10} \text{ м}^2$. Длина конденсатора $L_k = 0,2 \text{ м}$; транспортная зона отсутствует ($L_T = 0 \text{ м}$), длина испарителя $L_u = 0,2 \text{ м}$. Тепловая труба расположена горизонтально. В зоне испарения соблюдаются граничные условия второго рода ($Q =$

	120 Вт). На внешней поверхности конденсатора граничные условия – третьего рода. Охлаждение трубы осуществляется потоком воздуха с температурой $t_B = 20^\circ\text{C}$; коэффициент теплоотдачи от трубы к воздуху $\alpha_B = 90 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Необходимо найти температуры поверхности испарителя и конденсатора, а также максимальный тепловой поток, ограниченный капиллярными силами.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При оценке выполненной контрольной работы учитываются следующие критерии: <i>1. Знание материала</i> ☐ содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 3 балла; ☐ содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 1 балл; ☐ не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; <i>2. Сложность задачи</i> ☐ задача для высокого уровня – 4 балла; ☐ задача для продвинутого уровня – 3 балла; ☐ задача для базового уровня – 2 балла; ☐ отсутствие решения задачи – 0 баллов; <i>3. Уровень теоретического анализа</i> ☐ показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 3 балла; ☐ обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 1 балл; ☐ полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов Максимальное количество баллов - 10
Наименование оценочного средства	Курсовой проект
Представление и содержание оценочных материалов	В РГР всего 15 вариантов индивидуальных заданий, каждому студенту выдается индивидуальное задание Выполнить теплогидравлический расчет горизонтального кожухотрубчатого водоподогревателя системы горячего водоснабжения промпредприятия. Исходные данные: температура воды на входе в теплообменник 20°C, на выходе 70°C; давление греющего пара $p_n=0,4 \text{ МПа}$; объемный расход воды $0,03 \text{ м}^3/\text{с}$.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При оценке выполненной РГР учитываются следующие критерии: <i>1. Знание материала</i> ☐ содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 10 баллов; ☐ содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 5 баллов; ☐ не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; <i>2. Последовательность изложения</i> ☐ содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 10 баллов; ☐ последовательность изложения материала недостаточно продумана

	– 5 баллов; ☐ путаница в изложении материала – 0 баллов; 3. <i>Уровень теоретического анализа</i> ☐ показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 10 баллов; ☐ обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 5 баллов; ☐ полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов Максимальное количество баллов - 30
--	--

4. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Экзамен
Представление и содержание оценочных материалов	Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят из теста на проверку теоретических знаний, и экзаменационных билетов с заданиями практического характера для проверки практических умений. Тест содержит 20 вопросов с заданиями 4-х типов (закрытые, открытые тесты, тесты на упорядочение, на установление соответствия) для выполнения с использованием компьютерной техники. Всего 25 экзаменационных билетов, содержащих по два задания на определение степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины и уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины. <i>Примеры тестовых заданий:</i> 1. Критерием термодинамического совершенства теплообменника является а) эксергетический КПД б) критерий Кирпичева в) коэффициент полезного действия г) экономический показатель 2. Тепловым показателем совершенства теплообменного аппарата является а) эксергетический КПД б) критерий Кирпичева в) коэффициент полезного действия г) экономический показатель 3. Тепловой конструкторский расчет представляет собой совместное решение двух уравнений : а) уравнение теплопередачи б) уравнение неразрывности в) уравнение теплового баланса г) уравнение теплоотдачи <i>Примеры экзаменационных билетов:</i>

	Билет 1 1 Теплопередача оребренной стенки. 2 Выбор рациональных величин скорости, схемы потока, оптимальной формы и диаметра канала. Билет 2 1 Рекуперативные теплообменники (кожухотрубчатые теплообменники.). 2 Расчет энергосбережения в интенсифицированных ТА.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за тест учитываются следующие критерии: Например, каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл. Максимальное количество баллов за тест – 20 При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии: 1. Правильность выполнения заданий 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 16 до 20 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 11 до 15 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 6 до 10 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. Максимальное количество баллов за выполнение практических заданий – 20 Максимальное количество баллов за экзамен - 40

