



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

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

9 28.04.2026

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики  
\_\_\_\_\_ Чичирова Н.Д.

«21»июня 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Специальные вопросы тепломассообмена

Направление подготовки 16.04.01 Техническая физика

Направленность(и) (профиль(и)) Теплофизика

Квалификация магистр

г. Казань, 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 16.04.01 Техническая физика (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 699)

Программу разработал(и):

Профессор кафедры ТОТ, д.ф.-м.н. \_\_\_\_\_Якимов Н.Д.

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

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_Дмитриев А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Теоретические основы теплотехники, протокол №229 от 15.06.2021

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_Дмитриев А.В.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 5/21 от 21.06.2021

Зам. директора института Теплоэнергетики \_\_\_\_\_/Власов С.М./

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № 5/21 от 21.06.2021

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_/Дмитриев А.В./

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

Целью освоения дисциплины — Специальные вопросы теплообмена является изучение физических закономерностей и особенностей процессов тепло и массообмена в специальных случаях, а также методов решения соответствующих задач теплообмена в практических приложениях.

Задачами дисциплины являются:

- знакомство с основными понятиями и изучение основных закономерностей и методов расчёта массообмена совместно с теплообменом;
- изучение особенностей расчёта теплоотдачи жидких металлов;
- овладение методикой расчёта теплоотдачи высокоскоростных потоков газа, а также разреженных газов.

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)
<i>ПК-2</i> Готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для создания инновационных принципов, постановок задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий.	<i>ПК-2.1</i> Демонстрирует навыки применения физических и методов теоретического и экспериментального исследования	<i>З1 Знать:</i> понятия, определения и обозначения характеристик, параметров, величин, встречающихся в рассматриваемых областях теплообмена, основные тенденции и научные направления развития теории теплообмена; <i>У1 Уметь:</i> проводить оценку технико-экономической эффективности теплообменных исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новой техники; <i>В1. Владеть:</i> методами и компьютерными системами моделирования и проектирования теплообменных комплексов и систем.
<i>ПК-2</i> Готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для создания инновационных принципов,	<i>ПК-2.3</i> Формулирует задачи по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий	<i>З1 Знать:</i> основные принципы и методы исследования, разработки и производства материалов, элементов и устройств, связанных с теплообменом, математический аппарат, численные методы, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач теплообмена;

<p>постановок задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий.</p>		<p><i>У1 Уметь:</i> организовывать и проводить измерения и исследования, включая модифицированные, новые методы исследований;</p> <p><i>В1. Владеть:</i> навыками теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.</p>
--	--	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина — Специальные вопросы теплообмена относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений

«Элективные дисциплины (модули)» по направлению подготовки 16.04.01 Техническая физика, Теплофизика

Для освоения дисциплины у обучающегося должны быть в основном сформированы компетенции ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, а также в значительной степени ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 16 час., групповые и индивидуальные консультации 2 часа, прием экзамена (КПА) - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 44 часа. контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 часа.

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)*	
			3	
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	3	108	108	
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:</b>		29	29	
Лекции (Лек)		8	8	
Практические (семинарские) занятия (Пр)		8	8	
Лабораторные работы (Лаб)		8	8	
Групповые консультации		2	2	
Индивидуальные консультации				
Сдача экзамена / зачета с оценкой (КПА)		1	1	
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:</b>		44	44	

Подготовка к промежуточной аттестации в форме: <i>экзамена</i>		35	35	
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b> (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	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч. <i>подготовка к промежуточной аттестации</i>	Сдача зачета / экзамена	Итого						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Раздел 1 <u>Основы тепло-массообмена в двухкомпонентных средах</u> . Закон Фика. Уравнения тепло- и массообмена. Массоотдача. Стефанов поток. Диффузионные числа Нуссельта и Прандтля. Тройная аналогия.	3	4	2	4		14			24	ПК-2.1(31, У1, В1); ПК-2.3(31, У1, В1)	1-6	Тест, КН ТР		15  15
Раздел 2 <u>Теплоотдача жидких металлов</u> . Особенности тепловых физических свойств. Течение в круглой трубе.	3	-	2	2		9			13	ПК-2.1(31, У1, В1); ПК-2.3(31, У1, В1)	1-6	КН ТР		15

Обтекание пучков труб. Свободная конвекция.														
Раздел 3 <u>Теплоотдача при движении газа с большой скоростью</u> . Особенности. Адиабатная температура стенки, коэффициент восстановления температуры. Расчет теплоотдачи.	3	2	2	2		11			17	ПК-2.1(31, У1, В1); ПК-2.3(31, У1, В1)	1-6	КнТР		15
Раздел 4 <u>Теплоотдача разреженных газов</u> . Число Кнудсена. Коэффициент аккомодации. Коэффициент скольжения. Теплоотдача в течениях со скольжением и в свободном молекулярном потоке.	3	2	2		-	9			13	ПК-2.1(31, У1, В1); ПК-2.3(31, У1, В1)	1-3			
<i>Экзамен</i>	3				2			35	37	ПК-2.1(31, У1, В1); ПК-2.3(31, У1, В1)			Э	40
<b>ИТОГО</b>		8	8	8	2	43		35	108					100

#### 4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии (лекции в сочетании с практическими и лабораторными занятиями, семинарами, самостоятельное изучение определённых разделов) и совре-

менные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: работа в команде, контекстное обучение, обучение на основе опыта, индивидуальное обучение, опережающая самостоятельная работа, преподавание дисциплины на основе результатов научных исследований с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей и т.п.

## 5. Оценивание результатов обучения

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

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает: индивидуальный и групповой опрос, контроль самостоятельной работы обучающихся и др.

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 по билетам. На экзамен выносятся теоретические задания, проработанные в течение семестра на учебных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Экзаменационные билеты содержат 3 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	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	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

	грубые ошибки			
Характеристика сформированности компетенции (индикатора 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 недостаточно 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	Ниже среднего	Средний	Высокий

### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения 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-2	ПК-2.1	<p>знать:</p> <p>понятия, определения и обозначения характеристик, параметров, величин, встречающихся в рассматриваемых областях теплообмена, основные тенденции и науч-</p>	Хорошо знает понятия, определения и обозначения характеристик, параметров, величин, встречающихся	В целом знает понятия, определения и обозначения характеристик, параметров, величин, встречающихся в рас-	Не очень твердо знает понятия, определения и обозначения характеристик, параметров, величин, встречающихся	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки

		ные направления развития теории тепло-массообмена;	в рассматриваемых областях тепло-массообмена, основные тенденции и научные направления развития теории тепло-массообмена	рассматриваемых областях тепло-массообмена, основные тенденции и научные направления развития теории тепло-массообмена	в рассматриваемых областях тепло-массообмена, основные тенденции и научные направления развития теории тепло-массообмена	
	уметь:					
		проводить оценку технико-экономической эффективности тепло-массообменных исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новой техники	Уверенно умеет проводить оценку технико-экономической эффективности тепло-массообменных исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новой техники	В целом умеет проводить оценку технико-экономической эффективности тепло-массообменных исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новой техники	Не вполне уверенно умеет проводить оценку технико-экономической эффективности тепло-массообменных исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новой техники	Не продемонстрированы базовые умения, допущены грубые ошибки
	владеть:					
		методами и компьютерными системами моделирования и проектирования тепло-массообменных комплексов и систем	Уверенно владеет методами и компьютерными системами моделирования и проектирования	В целом владеет методами и компьютерными системами моделирования и проектирования тепло-массо-	Не твердо владеет методами и компьютерными системами моделирования и проектирования тепло-массо-	Не владеет методами и компьютерными системами моделирования и проектирования тепло-

			тепломас- сообмен- ных ком- плексов и систем	сообмен- ных ком- плексов и систем	сообмен- ных ком- плексов и систем	массооб- менных комплек- сов и систем
ПК-2	ПК-2.3	знать:				
		основные принципы и методы исследования, разработки и производства материалов, элементов и устройств, связанных с тепло-массообменом, математический аппарат, численные методы, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач тепло-массообмена	Хорошо знает основные принципы и методы исследования, разработки и производства материалов, элементов и устройств, связанных с тепло-массообменом, математический аппарат, численные методы, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач тепло-массообмена	В целом знает основные принципы и методы исследования, разработки и производства материалов, элементов и устройств, связанных с тепло-массообменом, математический аппарат, численные методы, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач тепло-массообмена	Не очень твердо знает основные принципы и методы исследования, разработки и производства материалов, элементов и устройств, связанных с тепло-массообменом, математический аппарат, численные методы, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач тепло-массообмена	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		организовывать и проводить измерения и исследования, включая модифицированные, новые методы	Уверенно умеет организовывать и проводить измерения и	В целом умеет организовывать и проводить измерения и	Не вполне уверенно умеет организовывать и проводить из-	Не продемонстрированы базовые умения, допущены гру-

		исследований	исследования, включая модифицированные, новые методы исследований	исследования, включая модифицированные, новые методы исследований	мерения и исследования, включая модифицированные, новые методы исследований	бые ошибки
		владеть:				
		навыками теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Уверенно владеет навыками теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	В целом владеет навыками теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Нетвёрдо владеет навыками теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Не владеет навыками теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений

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: учебник для вузов	учебник для вузов. [Электронный ресурс]	М. : Издательский дом МЭИ,— 562 с.	2017	<a href="http://www.studlib.ru/book/ISBN9785383011720.html">http://www.studlib.ru/book/ISBN9785383011720.html</a>	
2	Г.А. Круг-	Тепло-техника.	учебник для ву-	СПб. : Лань,	2012.	Режим доступа:	

	лов, Р.И. Булга- кова, Е.С. Круг- лова.		зов. [Элек- тронный ресурс]	2012. — 208 с.		<a href="http://e.lanbook.com/book/3900">http://e.lanbook.com/book/3900</a>	
--	---	--	--------------------------------------	-------------------	--	---	--

### 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
3	Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С.	Теплопередача.	Учебник для вузов.	М. Энергоиздат, 416 с.	1981.		35
4	Цветков Ф.Ф., Керимов Р.В., Величко В.И.	Задачник по теплообмену, 2-е изд.	учебное пособие	М.: Издат. дом МЭИ, 196 с.	2008.		219
5	В.С. Логинов, А.В. Крайнов, В.Е. Юхнов, Д.В. Феоктистов.	Примеры и задачи по теплообмену.	учебное пособие [Электронный ресурс]	СПб. : Лань, — 256 с	2011.	Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/1553">http://e.lanbook.com/book/1553</a>	

## **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	Энциклопедии, словари, справочники	<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	Официальный интернет-портал правовой информации	<a href="http://pravo.gov.ru">http://pravo.gov.ru</a>	
2	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	<a href="http://consultant.ru">http://consultant.ru</a>	
3	Справочно-правовая система по законодательству РФ	<a href="http://garant.ru">http://garant.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>	
2	Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>	
3	Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH	<a href="http://www.zbmath.org">http://www.zbmath.org</a>	
4	Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink	<a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a>	
5	Образовательный портал	<a href="http://www.uceba.com">http://www.uceba.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)	лицензионное	№2011.25486 от 28.11.2011

## **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	Учебная аудитория для прове-	Специализированная учебная ме-

	занятия	дения занятий лекционного типа _____	бель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, ноутбук, экран), демонстрационное оборудование
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации _____	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, ноутбук, экран) и др.
3	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Доска аудиторная, автолабораторное место студента с ПЭВМ 1 мобильный, экран, автолабораторные комплексы для проведения лабораторных работ.
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
		Помещение Д-106 _____	Специализированная учебная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС

## **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 \_\_\_\_\_

Подпись, дата

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

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_

Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_

Подпись, дата



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**

### **Специальные вопросы тепломассообмена**

*(Наименование дисциплины в соответствии с РУП)*

Направление  
подготовки

**16.04.01 ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

*(Код и наименование направления подготовки)*

Программа магистратуры

**Теплофизика**

*(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)*

Квалификация

**магистр**

*(Бакалавр / Магистр)*

Оценочные материалы по дисциплине “Специальные вопросы теплообмена” - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции:

ПК-2 Готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для создания инновационных принципов, постановок задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий.

(Индикаторы достижения компетенции:

ПК-2.1 Демонстрирует навыки применения физических и методов теоретического и экспериментального исследования;

ПК-2.3 Формулирует задачи по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий.)

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: индивидуальный или групповой опрос, контроль выполнения самостоятельной работы обучающихся, др.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 3 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 3

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1		<i>Тест</i>	ПК-2.1; ПК-2.3	0-7	8-10	11-12	13-15
2		<i>КнтР</i>	ПК-2.1; ПК-2.3	0-7	8-10	11-12	15
3		<i>КнтР</i>	ПК-2.1; ПК-2.3	0-7	8-10	11-12	15
4		<i>КнтР</i>	ПК-2.1; ПК-2.3	0-7	8-10	11-12	15
Всего баллов							60

Промежуточная аттестация							
	Подготовка к экзамену	Задания к экзамену		0-19	20-25	26-30	31-40
<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
Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

## 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Тест
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Тестовый опрос по разделу 1 представляет собой короткое задание, которое выполняется на лекционных или семинарских занятиях теоретического характера в течение 10-15 мину. Проверяются знания текущего материала: основные понятия, определения; уравнения.</p> <p>В каждом задании содержится 10 вопросов.</p> <p>Пример задания.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напишите определение понятия компонента.</li> <li>2. Напишите определение понятия фазы.</li> <li>3. Что такое диффузия?</li> <li>4. Запишите закон Фика.</li> <li>5. Поток массы компонента при молекулярной диффузии направлен: <ul style="list-style-type: none"> <li>по вектору градиента концентрации;</li> <li>против вектора градиента концентрации;</li> <li>по нормали к вектору градиента концентрации.</li> <li>по вектору градиента температуры;</li> <li>против вектора градиента температуры;</li> </ul> </li> <li>6. Размерность плотности потока массы: <ul style="list-style-type: none"> <li>Дж/с;</li> <li>Дж/(м<sup>2</sup> с);</li> <li>кг/(м<sup>2</sup> с);</li> <li>Вт/(м<sup>2</sup> с);</li> <li>Вт/м<sup>2</sup>;</li> </ul> </li> </ol>

	<p>кг/(м<sup>2</sup> К);</p> <p>7. Размерность коэффициента диффузии:</p> <p>Дж/с; Дж/(м<sup>2</sup> с); м<sup>2</sup>/с; м/с; м/с<sup>2</sup>; Вт/(м<sup>2</sup> с); Вт/(м с); Вт/м<sup>2</sup>; кг/(м<sup>2</sup> К);</p> <p>8. Напишите, что такое термодиффузия?</p> <p>9. Напишите, растёт или уменьшается коэффициент молекулярной диффузии в газах с температурой и с давлением.</p> <p>10. Что такое диффузионный термоэффект?</p>
--	--

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах <sup>1</sup>	<p>Оценка даётся в соответствии с числом правильных ответов с учётом уровня сложности вопросов.</p> <p><b>Количество баллов: максимум – 15</b></p>
<b>Наименование оценочного средства</b>	<p>Контрольная работа</p>
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Контрольные работы выполняются на практических занятиях в течение 10-15 минут в конце изучения раздела с использованием справочной литературы.</p> <p><i>Пример задачи по разделу 2.</i></p> <p>В реакторе АЭС по трубе с <math>d=12</math> мм течёт натрий при средней температуре 400°С со скоростью <math>w_0 = 2,5</math> м/с. Определить средний коэффициент теплоотдачи.</p> <p><i>Пример задачи по разделу 4.</i></p> <p>На основе теоретического материала определить типичный порядок давлений (при обычной температуре), при которых применима модель “течения со скольжением”.</p>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>Положительная оценка (более 8 баллов) даётся при правильном выборе пути решения и тем выше, чем ближе решение к полному и точному ответу на вопрос задачи. При необходимости степень понимания проблемы обучающимся может быть уточнена путём собеседования.</p> <p><b>Количество баллов: максимум – 15</b></p>

#### 4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Экзамен
	<p>Экзамен является итоговой формой оценки знаний студентов, приобретённых в течение обучения по дисциплине. Экзамен проводится в письменной форме с дальнейшим собеседованием. Студент выбирает билет, содержащий 2 вопроса. Билеты формируются преподавателем перед экзаменационной сессией.</p> <p>Примеры экзаменационных билетов:</p> <p style="text-align: center;">Билет 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятия: поток массы, концентрация. Закон Фика.</li> <li>2. Взаимодействие разреженного газа со стенкой. Коэффициент аккомодации и коэффициент обмена количеством движения.</li> </ol> <p style="text-align: center;">Билет 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие Стефанова потока.</li> <li>2. Расчет теплоотдачи высокоскоростных потоков газа.</li> </ol> <p>И т.д.</p>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>При выставлении баллов за ответы на вопросы в билете учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правильность ответа</li> <li>2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины</li> <li>3. Владение специальными терминами и использование их при ответе.</li> <li>4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы</li> <li>5. Логичность и последовательность ответа</li> <li>6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем</li> </ol> <p>От 16 до 20 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полной 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.</p> <p>От 11 до 15 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной</p>

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.

В случае неполных ответов по билету или спорной оценки задаются дополнительные вопросы из общего списка по усмотрению преподавателя.

***Максимальное количество баллов за экзамен - 40***