



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 ИТЭ

Н.Д. Чичирова
«21» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория теплофизических свойств веществ
(Наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготов- _____ 16.04.01 Техническая физика _____
ки

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, д.х.н.

(должность, ученая степень)

(дата, подпись)

Халитов Ф.Г.

(Фамилия И.О.)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика «Теоретические основы теплотехники», протокол № 229 от 15.06.2021

Заведующий кафедрой _____ А.В. Дмитриев
(подпись)

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

Заведующий кафедрой _____ А.В. Дмитриев
(подпись)

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

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

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

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ /Дмитриев А.В./

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины Б1.В. 03 «Теория теплофизических свойств веществ» являются формирование знаний и умений по основам теплофизических свойств веществ, применение теории теплофизических свойств веществ к расчету разнообразных объектов – от чистого однофазного вещества до химически реагирующих многокомпонентных и многофазных систем.

Задачами дисциплины являются:

- освоение знаний о процессах переноса энергии, массы и импульса в газе, жидкости и твердом теле;
- получение знаний о теплофизических свойствах веществ, межмолекулярных взаимодействиях, строении и динамике молекул;
- проведение физического и численного эксперимента;
- получение новых данных о количественных характеристиках тепловых процессов

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)		
ПК-1 Способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, анализировать, обобщать и применять полученные результаты	ПК-1.1 Владеет навыками критического анализа современных проблем технической физики	<i>Знать:</i> знать основные особенности научного метода познания, основные логические методы и приемы научного исследования, методы организации научно-исследовательской работы, эмпирический и теоретический уровни научного исследования; <i>Уметь:</i> уметь применять методы организации научно-исследовательской работы и стратегию научного поиска <i>Владеть:</i> методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
	ПК-1.2 Формулирует задачи и разрабатывает программу исследования	<i>Знать:</i> нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности; <i>Уметь:</i> уметь применять методы организации научно-исследовательской работы и стратегию научного поиска <i>Владеть:</i> способностью и готовностью использовать информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики, в своей предметной области.
	ПК-1.3 Выбирает спосо-	<i>Знать:</i> информационные технологии в

	бы и методы решения экспериментальных и теоретических задач	своей предметной области; <i>Уметь</i> : выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; <i>Владеть</i> : владеть навыками работы с научной печатной литературой и электронными ресурсами; - владеть навыками самостоятельной работы с научной информацией (поиск, обработка и анализ научной информации любого происхождения и формы - владеть навыками четкого и последовательного изложения научного материала.
	ПК-1.5 Владеет современными теоретическими проблемами технической физики	<i>Знать</i> : информацию о данных в области естественнонаучных дисциплин и методов использования основных законов в профессиональной деятельности; <i>Уметь</i> : уметь применять методы организации научно-исследовательской работы и стратегию научного поиска <i>Владеть</i> : способностью и готовностью анализировать научно-техническую информацию, умением изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория теплофизических свойств веществ» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 16.04.01 Техническая физика (уровень магистратуры), Теплофизика.

Дисциплина «Теория теплофизических свойств веществ» базируется на следующих дисциплинах: «Физика», «Химия», «Математика» и «Теоретические основы теплотехники».

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные фундаментальные законы термодинамики и физики, понятия и определение основных понятий в технической физике, основы математического анализа и теории дифференциальных уравнений, физические основы молекулярной физики и квантовой химии;

Уметь: абстрактно мыслить, самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения. использовать физико-математический аппарат, применять методы математического анализа.

Владеть: методами научного поиска и разработки новых подходов и методов к решению профессиональных задач.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часа(ов), из которых 26 часа(ов) 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 0 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 0 час., самостоятельная работа обучающегося 82 час.

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			3
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:		26	26
Лекции (Лек)		8	8
Практические (семинарские) занятия (Пр)		16	16
Лабораторные работы (Лаб)			
Групповые консультации			
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)		2	2
Индивидуальные консультации			
Сдача экзамена / зачета с оценкой (КПА)			
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:		82	82
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: <i>зачета без оценки</i>			
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (За – зачет, ЗО – зачет с оценкой, Э – экзамен)		3	3

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС	Формулы	Тера	Щего	Кон	Меж	Уточ	Бал	Лов	По

		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	КСР	Самостоятельная работа студента, в т.ч. <i>подготовка к промежуточной аттестации</i>	Сдача зачета	Итого						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Тема 1. Термодинамический(феноменологический) метод описания физических явлений в природе. Термодинамические потенциалы	3	1	2		1	12			16	ПК - 1	1, 2,	Рфр Тест	3	10
Тема 2 Фазовые равновесия в смесях (растворах). Химический потенциал	3	1	3		1	12			17			Рфр Тест	3	10
Тема 3 элементы статистической термодинамики	3	2	3			12			17			Рфр Тест	3	10
Тема 4 Термодинамика химически реагирующих систем.	3	1	2			10			13			Рфр Тест	3	10
Тема 5 Уравнения состояния реальных газов, жидкостей и твердых тел.	3	1	2			12			15			Рфр Тест	3	8
Тема 6 Статистическая термодинамика реальных газов	3	1	2			12			15			Рфр Тест	3	6
Тема 7 Поверхностные явления в чистых веществах и растворах		1	2			12			15			Рфр Тест	3	6
<i>Зачет</i>	3													
ИТОГО		8	16		2	82			108					100

4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии (лекции в сочетании с практическими занятиями, семинарами и с лабораторными работами, 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.

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: *реферат, тесты*

Итоговой оценкой результатов освоения дисциплины является оценка, выставленная во время промежуточной аттестации обучающегося (*зачет*) с учетом результатов текущего контроля успеваемости. Результат (зачтено/не зачтено) промежуточной аттестации в форме *зачета* определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости по дисциплине.

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 (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 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 (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 - 1	<i>знать:</i>				
	- основные положения теории теплофизических свойств веществ;	Знает основные положения теории теплофизических свойств веществ;	Знает основные положения теории теплофизических свойств веществ, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	Плохо знает основные понятия, используемые при анализе явлений переноса	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки

<p>- основные дифференциальные уравнения, описывающие поведение простых и сложных веществ, при взаимодействии с внешней средой;</p>	<p>Знает основные дифференциальные уравнения, описывающие поведение простых и сложных веществ, при взаимодействии с внешней средой;</p>	<p>Знает основные дифференциальные уравнения, описывающие поведение простых и сложных веществ, при взаимодействии с внешней средой, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок</p>	<p>Плохо знает теоретические основы явлений переноса</p>	<p>Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки</p>
<p>- основные принципы статистической физики;</p>	<p>Знает основные принципы статистической физики</p>	<p>Знает основные принципы статистической физики, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок</p>	<p>Плохо знает теоретические основы явлений переноса</p>	<p>Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки</p>
<p>- уравнения состояния реальных веществ;</p>	<p>Знает уравнения состояния реальных веществ;</p>	<p>Знает уравнения состояния реальных веществ, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок</p>	<p>Плохо знает теоретические основы явлений переноса</p>	<p>Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки</p>
<p>уметь:</p>				
<p>уметь: - применять дифференциальные уравнения термодинамики при решении задач определения теплофизических свойств веществ ;</p>	<p>Умеет применять дифференциальные уравнения термодинамики при решении задач определения теплофизических свойств веществ</p>	<p>Умеет применять дифференциальные уравнения термодинамики при решении задач определения теплофизических свойств веществ, допускает при этом ряд небольших ошибок</p>	<p>В целом демонстрирует умение применять дифференциальные уравнения термодинамики при решении задач определения теплофизических свойств веществ</p>	<p>При решении задач не демонстрирует умение применять дифференциальные уравнения термодинамики при решении задач определения теплофизических свойств веществ</p>
<p>- выбирать способы и методы расчета теплофизических свойств состава химически реаги-</p>	<p>Умеет выбирать способы и методы расчета теплофизических свойств состава химически реаги-</p>	<p>умеет выбирать способы и методы расчета теплофизических свойств состава химически реагирующих сме-</p>	<p>В целом демонстрирует умение выбирать способы и методы расчета теплофизических свойств</p>	<p>При решении задач не демонстрирует умение выбирать способы и методы расчета теплофизиче-</p>

	чески реагирующих смесей идеальных газов;	рующих смесей идеальных газов	сей идеальных газов, допускает при этом ряд небольших ошибок	состава химически реагирующих смесей идеальных газов	ских свойств состава химически реагирующих смесей идеальных газов
	владеть:				
	- навыками освоения новой информации ;	владеет навыками освоения новой информации	Продемонстрированы базовые навыки освоения новой информации	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки
	- умением постановки и моделирования физических задач;	Владеет умением постановки и моделирования физических задач	Продемонстрированы умение постановки и моделирования физических задач	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки
	- навыками анализа, обобщения результатов экспериментов и сопоставления их с теоретическими и литературными данными;	Владеет навыками анализа, обобщения результатов экспериментов и сопоставления их с теоретическими и литературными данными;	Продемонстрированы базовые навыки анализа, обобщения результатов экспериментов и сопоставления их с теоретическими и литературными данными;	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки
	- способностью исследовать и решать теоретические и прикладные задачи.	Владеет навыками анализа, обобщения результатов экспериментов и сопоставления их с теоретическими и литературными данными;	Продемонстрированы базовые навыки владения анализа, обобщения результатов экспериментов и сопоставления их с теоретическими и литературными данными;	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

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

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А.	Тепло-массообмен [Электронный ресурс]	учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Теплоэнергетика»	М.: Издательский дом МЭИ	2011 562 с.	https://e.lanbook.com/72294 .	
2	Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е.	Техническая термодинамика. [Электронный ресурс]	учебное пособие	5-е изд.– М.:МЭИ,	2008 496 с.	[Электронный ресурс]	

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	Еремин В.В. Каргов С.И., Успенская И.А., Кузменко Н.Е., Лунин В.В.	Задачи по физической химии.	учебное пособие для вузов	М.: «Экзамен».	2005 319 с.	-	
2	А.В.Клименко, В.М.Зорина.	Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент	4-е изд., стер. Кн.2.:	М.: Издательский-дом МЭИ	2007	Режим доступа: http://e.lanbook.com/72301 .	

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 «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	Энциклопедии, словари, справочники	http://www.rubricon.com
5	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru
7	Сайт фирмы ANSYS с описанием пакета Fluent	http://www.fluent.com
8	Сайт по пакетам CFD пакетам	http://www.cfd-online.com
9	Математический образовательный сайт	http://www.exponenta.ru
10	Электронная база научной литературы	http://www.sciencedirect.com

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	https://minenergo.gov.ru/opendata	https://minenergo.gov.ru/opendata
2	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/

6.2.3. Информационно-справочные системы

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

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 ЗАО "СофтЛайн-Трейд"

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-116	ноутбук, проектор, демонстрационный комплекс: ТТСВ (экран и графпроектор «Вега»)
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Д-108	доска аудиторная, автолабораторное место студента с ПЭВМ 1 мобильный (9 шт.), экран, автолабораторные комплексы для проведения 9 лабораторных работ (9 шт.), аэродинамическая труба 3 мобильных модуля, лабораторный стол 1 лабораторной работа по ТМО (2шт), ноутбук (7 шт.), барометр БАММ-1 с поверкой мобильный, блок регистрации параметров воздушной струи для аэродинамической трубы мобильный, модули для аэродинамической трубы мобильный (2 шт.), вольтметр В7-21 мобильный, вольтметр В7-21А мобильный (мобильный), вольтметр универсальный мобильный, пылесос А-2254 Мс стационарный, лабораторный источник питания W.E.P.PS N305Д мобильный, световая модель для определения угловых коэффициентов излучения плоскости на трубный пучок мобильный, проектор, комплект плакатов в багетных рамах (6 шт) по «Тепломассообмену»: а) прямоток; б) противоток; в) перекрестный ток; г) определение среднего температурного напора; д) поправки на токи теплоносителей; е) сложный ток. Комплекс плакатов в багетных рамках (3 шт.): а) уравнение Бернулли для элементарной струи; б) свойство жидкости, вязкость; в) схема изменения напоров по длине гидродинамической трубы. Плакат «Греческий и латинский алфавит», демонстрационный комплекс «Тепломассообмен» (графпроектор «Вега» и экран),

			демонстрационный комплекс «Гидравлика и гидропривод»
		Учебная аудитория Г-218	ноутбук, проектор
3	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
		Кабинет СРС Д-106	моноблок (6 шт.), принтер (2 шт.), учебно-методические материалы - по количеству студентов

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 же-

стом (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 «____» _____
202_г., протокол № _____

Зав. кафедрой _____
Подпись, дата

А.В. Дмитриев

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»)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Теория теплофизических свойств веществ»

(Наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление
подготовки

16.04.01 Техническая физика

Направленность(и) (профиль(и))

Теплофизика

Квалификация

магистр

г. Казань, 2021

Оценочные материалы по дисциплине «Теория теплофизических свойств веществ» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие дескрипторам достижения компетенций ПК-1.

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: реферат, тесты.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 2 курс, 3 семестр. Форма промежуточной аттестации *зачет*.

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	Запланированные дескрипторы освоения дисциплины	Уровень освоения дисциплины, баллы				
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично	
				не зачтено	зачтено			
				низкий	ниже среднего	средний	высокий	
Текущий контроль успеваемости								
1	Выполнение домашних заданий, подготовка к текущим аудиторным занятиям, разработка реферата	<i>Реферат Тест</i>	ПК-1	0 - 5	5 - 7	7 - 8	8 - 10	
2	Выполнение домашних заданий, подготовка к текущим аудиторным занятиям, разработка реферата	<i>Реферат Тест</i>	ПК-1	0 - 5	5 - 6	6 - 8	8 - 10	

3	Выполнение домашних заданий, подготовка к текущим аудиторным занятиям, разработка реферата	<i>Реферат Тест</i>	ПК-1	0 - 5	5 - 6	6 - 8	8 - 10
4	Выполнение домашних заданий, подготовка к текущим аудиторным занятиям, разработка реферата	<i>Реферат Тест</i>	ПК-1	0 - 5	5 - 7	7 - 8	8 - 10
5	Выполнение домашних заданий, подготовка к текущим аудиторным занятиям, разработка реферата	<i>Реферат Тест</i>	ПК-1	0 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8
6	Выполнение домашних заданий, подготовка к текущим аудиторным занятиям, разработка реферата	<i>Реферат Тест</i>	ПК-1	0 - 4	4	4 - 5	5 - 6
7	Выполнение домашних заданий, подготовка к текущим аудиторным занятиям	<i>Реферат Тест</i>	ПК-1	0 - 3	4	5	6

	ям, разработка реферата						
Всего баллов				0 - 32	33-40	41-49	50-60
Промежуточная аттестация							
	Подготовка к зачету	Задания к зачету		Менее 22	22-29	29-35	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
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Темы рефератов
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	Реферат
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Реферат представляется в виде доклада. Защита реферата проводится устной форме. На защиту отводится 5-10 минут. На защите студент может использовать любые средства представления материала, например презентацию, дискуссию.</p> <p>Примеры докладов на темы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фазовое равновесие и тепловые эффекты при фазовых переходах. 2. Сумма по состояниям и ее связь с термодинамическими функциями идеальных и реальных газов. 3. Термодинамика химических процессов. 4. Поверхностные явления. Адсорбция. Статистическое описание адсорбции. Идеальный адсорбционный слой.

	<p>Методы расчета энергии различных межмолекулярных взаимодействий.</p> <p>5. Явления переноса. Уравнение диффузии и теплопроводности. Закон Эйнштейна-Смолуховского.</p>
--	---

Наименование оценочного средства	Тест
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Тестовый опрос 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 style="text-align: center;">Примеры тестовых заданий</p> <p>1. Уравнение состояния Боголюбова – Майера для реального газа</p> <p>- $pV = RT$;</p> <p>- $p = \frac{a}{V^2} \cdot \frac{RT}{V - b}$;</p> <p>- $pV = RT \left(1 + \frac{B(T)}{V} + \frac{C(T)}{V^2} + \dots \right)$;</p> <p>- $p = \frac{a}{V^2} e^{\frac{RT}{V-b}}$; RT.</p> <p>2. Выбрать формулу для химического потенциала μ как частную производную от изохорно – изотермического потенциала (функция Гельмгольца) по массе при двух неизменных значениях параметров V, p, T, S?</p> <p> $\mu = \left(\frac{\partial F}{\partial M} \right)_{S, V}$; $\mu = \left(\frac{\partial F}{\partial M} \right)_{p, T}$; $\mu = \left(\frac{\partial F}{\partial M} \right)_{p, S}$; $\mu = \left(\frac{\partial F}{\partial M} \right)_{V, T}$ </p> <p>3. В статистическом методе энтропия системы определяется формулой Больцмана (где G – число микросостояний или термодинамическая</p>

вероятность)

- $S = k (\exp G)$;

- $S = k (\ln G)$;

- $S = (\ln G)$;

- $S = \frac{1}{T} (\ln G)$.

4. Закон действия масс к химической реакции синтеза аммиака

$2\text{NH}_3 - 3\text{H}_2 - \text{N}_2 = 0$ имеет вид

$$K_p = \frac{p^2}{P_{\text{H}_2}^3 P_{\text{N}_2}} ; \quad K_p = \frac{p^2}{P_{\text{H}_2}^3 P_{\text{N}_2}} ;$$

$$K_p = \frac{P_{\text{H}_2}^3 P_{\text{N}_2}}{P_{\text{NH}_3}^2} ; \quad K_p = \frac{P_{\text{H}_2}^3 \cdot P_{\text{N}_2}}{P_{\text{NH}_3}^2} .$$

<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При оценке выполненного задания учитываются следующие критерии:</p> <p><i>1. Знание материала</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 2 балла; <input type="checkbox"/> содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 1 балл; <input type="checkbox"/> не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; <p><i>2. Последовательность изложения</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 2 балла; <input type="checkbox"/> последовательность изложения материала недостаточно продумана – 1 балл; <input type="checkbox"/> путаница в изложении материала – 0 баллов; <p><i>3. Владение речью и терминологией</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> материал изложен грамотным языком, с точным использованием терминологии – 2 балла; <input type="checkbox"/> в изложении материала имелись затруднения и допущены ошибки в определении понятий и в использовании терминологии – 1 балл; <input type="checkbox"/> допущены ошибки в определении понятий – 0 баллов; <p><i>4. Применение конкретных примеров</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> показано умение иллюстрировать материал конкретными примерами – 2 балла; <input type="checkbox"/> приведение примеров вызывает затруднение – 1 балл; <input type="checkbox"/> неумение приводить примеры при объяснении материала – 0 баллов; <p><i>5. Уровень теоретического анализа</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 2 балла; <input type="checkbox"/> обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 1 балл; <input type="checkbox"/> полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов; <p><i>6. Презентация реферата</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> показано умение делать презентацию – 2 балла; <input type="checkbox"/> сопровождение рассказа иллюстрациями – 1 балл; <input type="checkbox"/> полное неумение презентовать – 0 баллов. <p>Количество баллов: максимум – 12</p>
--	---

4. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Зачет
Представление и содержание оценочных материалов	<p><i>Вопросы для подготовки к зачету</i></p> <p>Вопросы для базового уровня:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Общий вид дифференциальных уравнений термодинамики. 2. Классификация фазовых переходов. Фазовые переходы первого и второго рода. 3. Явления переноса в газах и жидкостях. Диффузия.

	<p>Теплопроводность</p> <p>4. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Уравнение состояния газа в вириальной форме.</p> <p style="text-align: center;">Вопросы для продвинутого уровня</p> <p>5. Химический потенциал. Условия равновесия фаз на примере двухфазной системы.</p> <p>6. Основы статистического метода расчета термодинамических величин. Соотношение Больцмана.</p> <p>7. Фазовые переходы второго рода. Уравнение Эрнфеста.</p> <p>8. Термодинамика поверхностного натяжения</p> <p style="text-align: center;">Вопросы для высокого уровня</p> <p>9. Общие условия фазового равновесия в гетерогенных многокомпонентных системах.</p> <p>10. Связь термодинамических функций F, Φ, S, U идеального газа со статической суммой молекулы</p> <p>11. Межмолекулярные взаимодействия, сольватация, кинетическая и термодинамическая устойчивость сольватов</p> <p>12. Уравнение состояния реальных газов</p> <p>13. Влияние давления и температуры на равновесие химической реакции.</p> <p>14. Уравнение состояния реальных газов, жидкостей и твердых тел. Статистическая термодинамика реальных газов.</p> <p>15. Расчет энтропии методом статистической термодинамики.</p>
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p><i>Например, число баллов, которое может получить обучающийся за зачет, составляет от 22 до 40.</i></p> <p><i>При выставлении баллов учитываются следующие критерии, например:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Знание понятий, категорий 2. Правильность выполнения практического(их) задания(ий) 3. Владение методами и технологиями, запланированными в РПД 4. Владение специальными терминами и использование их при ответе. 5. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы 6. Логичность и последовательность ответа 7. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем <p><i>От 36 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.</i></p> <p><i>От 31 до 35 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные</i></p>

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 20 до 30 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.