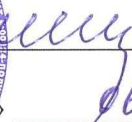


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина»

Институт физико-технологический
Кафедра технической физики



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

 С.Т. Князев
06 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕПЛОФИЗИКА**

Рекомендована учебно-методическим советом физико-технологического института
для направлений подготовки и специальностей:

Код ОП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) программы магистратуры/ специализации	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
14.05.01/02.01	Ядерные реакторы и материалы	Ядерные реакторы и материалы	5242	Б1.38

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Мелких Алексей Вениаминович	Доцент, д.ф.-м.н.	профессор	Технической физики	
2	Токманцев В.И.	д.т.н	Зав. кафедрой	Технической физики	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Технической физики	26.04.2018	5	Токманцев В.И.	
2	Технической физики	26.04.2018	5	Токманцев В.И.	

Согласовано:

Начальник отдела проектирования образовательных
программ и организации учебного процесса

Р.Х Токарева

Председатель учебно-методического совета
Физико-технологического института

11.05.2018, протокол № 9

В.В Зверев

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛОФИЗИКА

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
14.05.01	Ядерные реакторы и материалы	03.09.2015	956

1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

ОБЩЕКУЛЬТУРНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ (ОК) в соответствии с ФГОС ВО:

способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-2).

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

готовность к созданию новых методов расчета современных реакторных установок и физических устройств, методов исследования теплофизических процессов и свойств реакторных материалов и теплоносителей; разработке новых систем преобразования тепловой и ядерной энергии в электрическую, методов и методик оценки количественных характеристик ядерных материалов (ПК-2);

способность использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, термодинамики, гидродинамики и тепломассопереноса в объеме достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза идей, творческого самовыражения (ПК-3);

способность применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области (ПК-4);

способность оценить перспективы развития ядерной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательских работах (ПК-5);

способность оценить перспективы развития ядерной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательских работах (ПК-5);

способность самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования (ПК-6).

проектная деятельность:

готовность применять методы оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач, учета неопределенностей при проектировании ядерных установок и систем учета, контроля (ПК-16).

производственно-технологическая деятельность:

способностью к приемке и освоению вводимого оборудования, составлению инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний (ПК-24);

готовность разрабатывать способы применения ядерных установок, нейтронных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических и технологических проблем (ПК-26);

способность разрабатывать способы проведения ядерно-физических экспериментов и технологий применения современных электронных устройств для целей защиты ядерных материалов (ПК-30).

организационно-управленческая деятельность:

способность к составлению технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам (ПК-33).

дополнительные компетенции, согласованные с работодателями (ДОК, ДОПК, ДПК, ДППК):

понимание физико-химических основ технологических процессов (ДПК1);

способность планирования безаварийного проведения экспериментальных исследований вновь вводимых технологических регламентов и технических условий эксплуатации оборудования (ДПК7).

1.2.Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать основные понятия и законы теплофизики физики.

Уметь применять методы расчета тепло- и массообмена для решения физических и технических задач.

Владеть навыками расчета теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых на основе решения системы уравнений сохранения.

1.3.Место дисциплины в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	Общая физика; Математический анализ; Основы математической теории поля; Аппарат функций комплексного переменного; Методы решения уравнений математической физики; Термодинамика; Статистическая физика; Механика сплошных сред.
2. Кореквизиты	Физико-химическая кинетика
3. Постреквизиты*	Физическая теория реакторов; Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок; Теория тепломассопереноса; Динамика ядерных реакторов, критерии безопасности и оценка рисков; Молекулярная физика.

1.4.Объем (трудоемкость) дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы, формы контроля	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего, час.	В т.ч. контактная работа	7 семестр

			(час.)*	
1.	Аудиторные занятия, час.	136	136	136
2.	Лекции, час.	68	68	68
3.	Практические занятия, час.	17	17	17
4.	Лабораторные работы, час.	51	51	51
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации, час.	98	20,4	98
6.	Вид промежуточной аттестации	18	2,33	18, Экзамен
7.	Общая трудоемкость по учебному плану, час.	252	158,73	252
8.	Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	7	-	7

1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

Обучающимся предоставляется возможность получить комплексное всестороннее представление об основных проблемах современной теплофизики (тепло- и массопереноса). В содержании дисциплин модуля студенты изучают физические аспекты процессов теплообмена, процессы теплопроводности в твердых телах, распространение тепла в жидкостях и газах, сложный теплообмен, теплообмен при кипении, теплообменные аппараты и теплообмен в ядерных реакторах и энергетических установках, теплообмен излучением.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Теплопроводность	<p>Закон Био-Фурье. Теплопроводность газов. Теплопроводность конденсированных сред. Теплопроводность твердых тел и жидкостей. Закон Видемана-Франца. Границы применимости закона Био-Фурье. Перенос тепла в ультраразреженных газах. Уравнение теплопроводности. Температуропроводность. Уравнение теплопроводности с учетом конечной скорости распространения тепла. Краевые условия и типы краевых задач. Теплопроводность в неограниченной среде. Метод интегральных преобразований. Теплопроводность в полупространстве. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Стационарный случай. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности для нестационарного случая. Решение уравнения теплопроводности методом функций Грина для стационарного случая. Решение уравнения теплопроводности методом функций Грина для нестационарного случая. Метод отражений. Задача Франк-Каменецкого. Устойчивость уравнения теплопроводности. Саморазогрев полупроводников. Автоколебания. Термоэлектричество. Эффекты Пельтье, Зеебека и Томпсона. Холодильник Пельтье. Термогенератор. Теплообмен излучением в прозрачной среде. Закон Кирхгофа. Уравнение баланса энергии для излучения. Диффузия излучения. Теплообмен в вакуумных системах.</p>
P2	Конвективный теплообмен	<p>Уравнения конвективного теплообмена. Метод размерности и подобия. Нестационарная задача о пластине. Устойчивость механического равновесия жидкости. Конвекция Рэлея-Бенара. Число Рэлея. Конвекция в параллельных каналах. Число Рэлея для этой задачи. Критическое число Рэлея для задачи конвекции в параллельных каналах. Теплоотдача при свободной гравитационной конвекции. Число Грасгофа. Коэффициент теплового расширения твердых тел и жидкостей. Неустойчивость Марангони. Число Марангони. Вязкая диссипация. Саморазогрев при течении Пуазейля. Вязкостный взрыв. Перенос тепла в турбулентной среде. Турбулентная теплопроводность. Теплообмен при вынужденном обтекании тела. Аэродинамический нагрев. Гиперзвуковое обтекание. Горение. Ударные волны при горении и взрыве. Детонация. Детонационная адиабата. Ионизация газа. Формула Саха. Теплоемкость плазмы. Вмороженность магнитного поля в плазме. Перезамыкание магнитных линий. Пятна на Солнце. Магнитозвуковые волны. Бесстолкновительные ударные волны. Затухание Ландау.</p>
P3	Теплообмен при фазовых переходах и	<p>Поверхностное натяжение. Равновесные капиллярные поверхности. Число Бонда. Задача о форме мыльной пленки. Испарение. Испарительный охладитель. Охлаждение при</p>

	технологических процессах	испарении. Разделение веществ при испарении. Условие перемешивания смеси. Испарительные тепловые трубы. Закон Дарси. Баланс давлений в тепловой трубе. Теплообмен при пузырьковом кипении. Отрывной диаметр пузырька. Кризис теплоотдачи при кипении. Кривая Нукиямы. Эффект Лейденфроста. Осциллирующие тепловые трубы. Зависимость времени работы тепловой трубы от числа витков. Сублимация, предплавление и квазижидкий слой. Эвтектика. Контактное плавление. Неустойчивость межфазной границы при кристаллизации. Дендриты. Переконденсация. Рост зародышей в твердом растворе.
--	---------------------------	---

3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

Таблица 3.1.

Семестр обучения: 7		Объем дисциплины (зач.ед.): 7																				
Код раздела, темы	Раздел дисциплины	Аудиторная нагрузка (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий										Подготовка к аттестационным мероприятиям (зач.ед.)		Э				
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)				Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.)		Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)	Подготовка к аттестационным мероприятиям (зач.ед.)					
Всего по разделу, теме (час.)		47	24	6	17	34	20	6	6	6	32	34	34	30	28	94	98	136	116	В т.ч. промежуточная аттестация		
P1	Теплопроводность	81	47	24	6	17	34	20	6	6	32	34	34	30	28	94	98	136	116	0	0	18
P2	Конвективный теплообмен	79	45	22	6	17	34	22	6	6	34	34	34	30	28	94	98	136	116	0	0	18
P3	Теплообмен при фазовых переходах и технологических процессах	74	44	22	5	17	30	20	4	4	28	30	30	28	94	98	136	116	0	0	18	
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	234	136	68	17	51	98	62	16	16	94	98	98	98	94	94	98	136	116	0	0	18
	Всего по дисциплине (час.):	252	136				116						116					0		18		

* Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке "Всего (час.):»

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1.Лабораторный практикум

Код раздела, темы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	Измерение коэффициента температуропроводности твердых тел методом продольных температурных волн в стержнях	8
P1	Измерение поглощательной способности серых тел	9
P2	Теплоотдача тела при свободном гравитационном движении	9
P2	Конвективный теплообмен при вынужденном движении	8
P3	Кризис теплоотдачи при кипении на тонких цилиндрических нагревателях	10
P3	Тепловая труба	7
Всего:		51

4.2.Практические занятия

Код раздела, темы	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	Уравнение теплопроводности и граничные условия. Теплопроводность при стационарном режиме. Основные методы решения задач теплопроводности. Преобразования Фурье, Лапласа, синус- и косинус-преобразования. Решение стационарных и нестационарных задач методом функции Грина	6
P2	Конвективный теплоперенос. Обработка опытных данных методом теории подобия	6
P3	Сложный теплообмен. Теплоотдача при кипении жидкости. Кризис теплоотдачи	5
Всего:		17

4.3.Самостоятельная работа студентов

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

«не предусмотрено»

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

«не предусмотрено»

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

«не предусмотрено»

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

«не предусмотрено»

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

«не предусмотрено»

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

«не предусмотрено»

4.3.7. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

«не предусмотрено»

4.3.8. Примерный перечень тем контрольных работ

1. Уравнение теплопроводности и граничные условия. Теплопроводность при стационарном режиме
2. Основные методы решения задач теплопроводности. Преобразования Фурье, Лапласа, синус- и косинус- преобразования.
3. Решение стационарных и нестационарных задач методом функции Грина
4. Конвективный теплоперенос. Обработка опытных данных методом теории подобия
5. Сложный теплообмен. Теплоотдача при кипении жидкости. Кризис теплоотдачи при кипении.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

1. Закон Био-Фурье. Теплопроводность газов.
2. Теплопроводность конденсированных сред. Теплопроводность твердых тел и жидкостей. Закон Видемана-Франца.
3. Границы применимости закона Био-Фурье. Перенос тепла в ультраразреженных газах.
4. Уравнение теплопроводности. Температуропроводность.
5. Уравнение теплопроводности с учетом конечной скорости распространения тепла.
6. Краевые условия и типы краевых задач.
7. Теплопроводность в неограниченной среде. Метод интегральных преобразований.
8. Теплопроводность в полупространстве.
9. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Стационарный случай.
10. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности для нестационарного случая.
11. Решение уравнения теплопроводности методом функций Грина для стационарного случая.
12. Решение уравнения теплопроводности методом функций Грина для нестационарного случая. Метод отражений.
13. Задача Франк-Каменецкого.
14. Устойчивость уравнения теплопроводности.
15. Саморазогрев полупроводников. Автоколебания.
16. Термоэлектричество. Эффекты Пельтье, Зеебека и Томпсона. Холодильник Пельтье. Термогенератор.
17. Теплообмен излучением в прозрачной среде. Закон Кирхгофа. Уравнение баланса энергии для излучения.
18. Диффузия излучения. Теплообмен в вакуумных системах.

4.3.10. Перевод иноязычной литературы

«не предусмотрено»

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код	Активные и	Формы учебных занятий и виды учебной работы
-----	------------	---

раздела, темы дисциплины	интерактивные методы обучения	Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
Р1-Р3	Методы активного обучения	*	*	*								*	
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)												*
	Командная работа			*									

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – 1.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.8		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	7, 1-17 уч.нед.	10
Коллоквиум	7, 3-5 уч.нед.	90
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.1		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических работ	7, 1-17 уч.нед.	10
Контрольная работа	7, 14-17 уч.нед.	90
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.1		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторной работы	7, 1-17 уч.нед.	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрено		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы - не предусмотрены

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
Семестр 7	к сем.7 =1

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1.Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Гоглачев, А. В. Теплофизика / Гоглачев А.В., Николаев Г.П. — УМК .— 2007 .— Учебное пособие для студентов четвертого курса физико-технического факультета УГТУ-УПИ составлено в соответствии с программами курсов «Теплофизика», «Теплофизика реакторов и динамика жидкости и газа» и включает основные разделы: «Физические аспекты процессов теплообмена», «Теплопроводность», «Конвективный тепло- и массоперенос», «Сложный теплообмен», «Теплообменные аппараты», «Теплообмен в ядерных реакторах». — в корпоративной сети УрФУ .— http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=6431 . Нащокин, Владимир Васильевич. Техническая термодинамика и теплопередача : учеб. пособие для вузов / под ред. В. С. Силецкого .— 2-е изд., перераб. и доп .— Москва : Высшая школа, 1975 .— 469 с. — 1.06. 12 экз

7.1.2. Дополнительная литература

1. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.6 Гидродинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2001. — 736 с. — <https://e.lanbook.com/book/2232>

7.1.3. Методические разработки

1. Николаев Г. П., Лойко А. Э, Гоглачев А. В. Теплопроводность. Конвективный и сложный теплообмен: Учебное пособие. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 66 с.
2. Теплопроводность. Конвективный и сложный теплообмен: учебное пособие / Г. П. Николаев, А. Э. Лойко, А. В. Гоглачев. Изд. 2-е, испр. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. 65 с.
3. Теплофизика. В 2 ч. Ч.1. Конвективный и сложный теплообмен : учебное пособие / Г. П. Николаев, А. Э. Лойко, А. В. Гоглачев. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. 116 с.
4. Теплофизика. В 2 ч. Ч. 2. Методы исследования тепловых характеристик веществ : учебное пособие / Г. П. Николаев, А. Э. Лойко, А. В. Гоглачев, Ю. Е. Долгирев. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. 103 с.

7.2. Программное обеспечение

1. Программа «ТЕПЛОФИЗИКА-1». Терминология. Физические аспекты процесса теплообмена.
2. Программа «ТЕПЛОФИЗИКА-2». Теплопроводность. Теплопроводность твердых тел.
3. Программа «ТЕПЛОФИЗИКА-3». Конвективный теплоперенос. Теория подобия.

Методы определения теплофизических параметров веществ.

4. Программа «ТЕПЛОФИЗИКА-4». Теплообмен при кипении. Теплопередающие устройства – тепловые трубы. Теплообменные аппараты.

7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы

1. Википедия – свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. Зональная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru>

7.4. Электронные образовательные ресурсы

«не используются»

7.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Обучение проводится последовательно путем чтения лекций с углублением и закреплением полученных знаний в ходе самостоятельной работы с последующим переводом знаний в умения в ходе практических занятий. На лекциях излагаются лишь основные, имеющие принципиальное значение и наиболее трудные для понимания и усвоения вопросы. Теоретические знания, полученные студентами на лекциях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются на практических занятиях и лабораторных работах.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции,	Студент умеет самостоятельно выполнять действия	Студент умеет самостоятельно выполнять действия,

	алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	(приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий «не предусмотрено»

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Найти поле температур в случае их начального одномерного разрывного распределения
2. Найти температуру в полубесконечном пространстве с заданной начальной температурой и температурой поверхности
3. Определить возраст Земли по Кельвину
4. Найти закон остывания медного шара с температурой T_1 в вакууме при температуре окружающей среды T_2 .

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

«не предусмотрено»

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

«не предусмотрено»

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Уравнения конвективного теплообмена. Метод размерности и подобия. Нестационарная задача о пластине.
2. Устойчивость механического равновесия жидкости. Конвекция Рэлея-Бенара. Число Рэлея.
3. Конвекция в параллельных каналах. Число Рэлея для этой задачи.
4. Критическое число Рэлея для задачи конвекции в параллельных каналах.
5. Теплоотдача при свободной гравитационной конвекции. Число Грасгофа.
6. Коэффициент теплового расширения твердых тел и жидкостей.
7. Неустойчивость Марангони. Число Марангони.
8. Вязкая диссипация. Саморазогрев при течении Пуазейля.
9. Вязкостный взрыв.
10. Перенос тепла в турбулентной среде. Турбулентная теплопроводность.
11. Теплообмен при вынужденном обтекании тела.
12. Аэродинамический нагрев. Гиперзвуковое обтекание.
13. Горение. Ударные волны при горении и взрыве.
14. Детонация. Детонационная адиабата.
15. Ионизация газа. Формула Саха. Теплоемкость плазмы.
16. Вмороженность магнитного поля в плазме. Перезамыкание магнитных линий. Пятна на Солнце.
17. Магнитозвуковые волны. Бесстолкновительные ударные волны. Затухание Ландау.
18. Поверхностное натяжение. Равновесные капиллярные поверхности. Число Бонда.
19. Задача о форме мыльной пленки.
20. Испарение. Испарительный охладитель. Охлаждение при испарении.
21. Разделение веществ при испарении. Условие перемешивания смеси.
22. Испарительные тепловые трубы. Закон Дарси. Баланс давлений в тепловой трубе.
23. Теплообмен при пузырьковом кипении. Отрывной диаметр пузырька.
24. Кризис теплоотдачи при кипении. Кривая Нукиямы.
25. Эффект Лейденфроста.
26. Осциллирующие тепловые трубы. Зависимость времени работы тепловой трубы от числа витков.
27. Сублимация, предплавление и квазижидкий слой.
28. Эвтектика. Контактное плавление.
29. Неустойчивость межфазной границы при кристаллизации. Дендриты.
30. Переконденсация. Рост зародышей в твердом растворе.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

«не предусмотрено»

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

«не предусмотрено»

8.3.8. Интернет-тренажеры

«не предусмотрено»

8.3.9. Примерные задания в составе коллоквиума

В рамках коллоквиума предусмотрен устный ответ студента на один из вопросов по выбранной тематике из списка тем, указанных в п.4.3.9. Например, вопрос: Закон Био-Фурье. Теплопроводность газов. В процессе ответа студент должен сформулировать закон Био-Фурье и привести формулу данного закона. Объяснить зависимость коэффициент теплопроводности от температуры и давления для газов.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным

