

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**  
**Теплофизика**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> <i>Теплофизика</i>	Код модуля 1133376
<b>Образовательная программа</b> <i>Информационные системы в научно-технических и социально-экономических технологиях</i>	Код ОП 09.03.02/01.01 Учебный план № 5456
<b>Траектория образовательной программы (ТОП)</b>	<i>ТОПЗ</i> <i>Безопасность технических информационных систем</i>
<b>Направление подготовки</b> <i>Информационные системы и технологии</i>	<b>Код направления и уровня подготовки</b>  <i>09.03.02</i>
<b>Уровень подготовки</b> <i>Бакалавр</i>	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> <i>Приказ от 12.03.2015, №219</i>

Екатеринбург, 2017

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Звонарев К.В.	к.ф.-м.н.	доцент	Технической физики	

**Руководитель модуля**

К.В. Звонарев

**Рекомендовано учебно-методическим советом физико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета

В.В. Зверев

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Руководитель образовательной программы (ОП), для которой реализуется модуль**

С.Л. Гольдштейн

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ

### Теплофизика

1.1. Объем модуля: 6 з.е.

### 1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль «Теплофизика» относится к вариативной части образовательной программы (по выбору студента), изучается в седьмом семестре и направлен на формирование результатов обучения, связанных со способностью осуществлять разработку и внедрение информационных технологий в технической физике и ядерной энергетике и обеспечение безопасности, целостности данных информационных систем технологических предприятий.

## 2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).	Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля								
		Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине		
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Часов	Зач. ед.	
1. (ВС) Теплофизика	7	68	17	51	136	76	Зачёт, 4	216	6	
<b>Всего на освоение модуля</b>		68	17	51	136	76	4	216	6	

## 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	-
3.2.	Кореквизиты	Теплофизика

## 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

### 4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых	Планируемые в ОХОП результаты	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО
----------------------	-------------------------------	--------------------------------------

реализуется модуль	обучения -РО, которые формируются при освоении модуля	
09.03.02/01.01	РО-ТОП 3-1 Способность осуществлять в рамках производственно-технологической деятельности разработку и внедрение информационных технологий в технической физике, ядерной энергетике	способностью использовать технологии разработки объектов профессиональной деятельности в областях: безопасность информационных систем, управление технологическими процессами, техническая физика, энергетика, ядерная энергетика, в условиях экономики информационного общества (ПК-17);
09.03.02/01.01	РО-ТОП 3-2 Способность осуществлять в рамках сервисно-эксплуатационной деятельности обеспечение безопасности и целостности данных информационных систем технологических предприятий	способностью поддерживать работоспособность информационных систем и технологий в заданных функциональных характеристиках и соответствии критериям качества (ПК-30); способностью обеспечивать безопасность и целостность данных информационных систем и технологий (ПК-31); способностью адаптировать приложения к изменяющимся условиям функционирования (ПК-32)

#### 4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ПК-17	ПК-30	ПК-31	ПК-32
1	(ВС) <i>Теплофизика</i>	+	+	+	+

### 5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

#### 5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

$K = 0.4$

#### 5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

### **5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ**

#### **5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ**

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	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.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	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.

### **5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ**

#### **5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю**

Не предусмотрено

#### **5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю.**

Не предусмотрено

### **6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ**

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола заседания проектной группы модуля</b>	<b>Дата заседания проектной группы модуля</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись руководителя проектной группы модуля</b>

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теплофизика**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> <i>Теплофизика</i>	<b>Код модуля 1133376</b>
<b>Образовательная программа</b> <i>Информационные системы в научно-технических и социально-экономических технологиях</i>	<b>Код ОП 09.03.02/01.01</b> <b>Учебный план № 5456 версия 3</b>
<b>Направление подготовки</b> <i>Информационные системы и технологии</i>	<b>Код направления и уровня подготовки</b> <i>09.03.02</i>
<b>Уровень подготовки</b> <i>Бакалавр</i>	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> <i>Приказ от 12.03.2015, №219</i>

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Мелких А.В.	д.ф.-м.н., доцент	профессор	Технической физики	

**Руководитель модуля**

К.В. Звонарев

**Рекомендовано учебно-методическим советом института физико-технологического**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

В.В. Зверев

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х.Токарева

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛОФИЗИКА**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

В процессе освоения дисциплины студентам предоставляется возможность получить комплексное всестороннее представление об основных проблемах современной теплофизики (тепло- и массопереноса). Изучаются 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.

## **1.2. Язык реализации программы - русский**

## **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способностью использовать технологии разработки объектов профессиональной деятельности в областях: безопасность информационных систем, управление технологическими процессами, техническая физика, энергетика, ядерная энергетика, в условиях экономики информационного общества (ПК-17);
- способностью поддерживать работоспособность информационных систем и технологий в заданных функциональных характеристиках и соответствии критериям качества (ПК-30);
- способностью обеспечивать безопасность и целостность данных информационных систем и технологий (ПК-31);
- способностью адаптировать приложения к изменяющимся условиям функционирования (ПК-32)

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:** основные законы тепломассообмена; фундаментальные законы в области физики, конденсированного состояния вещества, экологии; системы и методов теоретических оценок, расчетов и проектирования в области ядерной физики и ядерных технологий, основного технологического оборудования ядерно-физического комплекса и принципов его работы, методов анализа явлений и их использования при проектировании физического оборудования; методики проведения экспериментальных и теоретических работ.

**Уметь:** решать уравнения переноса импульса, тепла и массы; использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам; применять методы решения задач анализа и расчета характеристик механических, электромагнитных и ядерных энергетических систем, использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые расчетные задачи, вводить экспериментальную информацию в компьютер, использовать программные средства и сетевые технологии для решения конкретных задач; осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме; выполнять физическое и математическое моделирование конструкторских разработок и технических режимов.

Владеть методами расчета теплообменных аппаратов; методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных; основными методами работы на ПЭВМ, в том числе методами работы с прикладными программными продуктами; методами расчетов и проектирования в области ядерной физики и ядерных технологий, установок ядерно-физического комплекса; понимание физико-химических основ технологических процессов, способность проводить экспериментальные и теоретические научные исследования.

#### 1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	7 семестр
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>136</b>	<b>136</b>	<b>136</b>
2.	Лекции	68	68	68
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	51	51	51
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	76	24,40	76
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	4	0,25	<b>Зачет, 4</b>
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>216</b>	160,65	<b>216</b>
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>6</b>		<b>6</b>

#### 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
<b>P1</b>	Теплопроводность	1.1. Закон Био-Фурье. Теплопроводность газов. 1.2. Теплопроводность конденсированных сред. Теплопроводность твердых тел и жидкостей. Закон Видемана-Франца. 1.3. Границы применимости закона Био-Фурье. Перенос тепла в ультраразреженных газах. 1.4. Уравнение теплопроводности. Температуропроводность.

		<p>1.5. Уравнение теплопроводности с учетом конечной скорости распространения тепла.</p> <p>1.6. Краевые условия и типы краевых задач.</p> <p>1.7. Теплопроводность в неограниченной среде. Метод интегральных преобразований. Теплопроводность в ограниченной среде.</p> <p>1.8. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Стационарный и нестационарный случай.</p> <p>1.9. Решение уравнения теплопроводности методом функций Грина.</p> <p>1.10. Методы нахождения функций Грина. Примеры решения задач с помощью функций Грина. Возраст Земли по Кельвину.</p> <p>1.11. Устойчивость уравнения теплопроводности. Задача Франк-Каменецкого. Активные среды.</p> <p>1.12. Саморазогрев полупроводников. Автоколебания.</p> <p>1.13. Термоэлектричество. Холодильник Пельтье. Термогенератор.</p> <p>1.14. Теплообмен излучением. Кинетическое уравнение для фотонов.</p> <p>1.15. Диффузия излучения. Теплообмен в вакуумных системах.</p>
<p><b>P2</b></p>	<p>Конвективный теплообмен</p>	<p>2.1. Уравнения конвективного теплообмена. Метод размерности и подобия. Нестационарная задача о пластине.</p> <p>2.2. Устойчивость механического равновесия жидкости. Конвекция Рэлея-Бенара. Число Рэлея.</p> <p>2.3. Конвекция в параллельных каналах. Критическое число Рэлея.</p> <p>2.4. Теплоотдача при свободной гравитационной конвекции. Число Грасгофа.</p>

		<p>2.5. Неустойчивость Марангони. Число Марангони.</p> <p>2.6. Вязкая диссипация. Вязкостный взрыв. Саморазогрев при течении Пуазейля.</p> <p>2.7. Теплоотдача в трубах и каналах. Теплоотдача при турбулентном течении. Турбулентная теплопроводность.</p> <p>2.8. Теплообмен при вынужденном обтекании тела.</p> <p>2.9. Аэродинамический нагрев. Гиперзвуковое обтекание.</p> <p>2.10. Горение. Ударные волны при горении и взрыве. Детонация.</p> <p>2.11. Ионизация газа. Формула Саха. Теплоемкость плазмы.</p> <p>2.12. Ударная адиабата с учетом ионизации, диссоциации и излучения.</p> <p>2.13. Вмороженность магнитного поля в плазме. Перезамыкание магнитных линий. Пятна на Солнце.</p> <p>2.14. Магнитозвуковые волны. Бесстолкновительные ударные волны. Затухание Ландау.</p>
<p><b>РЗ</b></p>	<p>Теплообмен при фазовых переходах и технологических процессах</p>	<p>3.1. Поверхностное натяжение. Равновесные капиллярные поверхности. Число Бонда.</p> <p>3.2. Испарение. Испарительный охладитель. Охлаждение при испарении.</p> <p>3.3. Разделение веществ при испарении. Условие перемешивания смеси.</p> <p>3.4. Испарительные тепловые трубы. Закон Дарси. Баланс давлений в тепловой трубе.</p> <p>3.5. Теплообмен при пузырьковом кипении. Отрывной диаметр пузырька.</p> <p>3.6. Кризис теплоотдачи при кипении. Кривая Нукиямы.</p>

		<p>3.7. Эффект Лейденфроста. Капля на раскаленной сковороде.</p> <p>3.8. Осциллирующие тепловые трубы. Зависимость времени работы тепловой трубы от числа витков.</p> <p>3.9. Эвтектика. Контактное плавление. Скорость движения фронта плавления. Поверхностное кипение жидкостей.</p> <p>3.10. Задача Стефана. Движение межфазной границы. Рост кристаллов из расплава.</p> <p>3.11. Неустойчивость межфазной границы. Дендриты. Фрактальная размерность.</p> <p>3.12. Переконденсация. Рост зерен в твердом растворе.</p> <p>3.13. Десублимация. Задача разделения веществ при вымораживании.</p> <p>3.14. Десублимация и квазижидкий слой. Оценка температуры предплавления.</p> <p>3.15. Сверхкритическая жидкость.</p> <p>3.16. Особенности теплообмена в ядерных реакторах. Постановка задачи на теплофизический расчет реактора.</p> <p>3.17. Свойства теплоносителей ядерных реакторов.</p>
--	--	--

#### **4. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ**

##### **3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины**



## 5. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Измерение коэффициента температуропроводности твердых тел методом продольных температурных волн в стержнях	9
P2	2	Теплоотдача тела при свободном гравитационном движении	8
P2	3	Конвективный теплообмен при вынужденном движении	8
P2	4	Кризис теплоотдачи при кипении на тонких цилиндрических нагревателях	10
P3	5	Тепловая труба	10
P3	6	Измерение поглощательной способности серых тел	6
<b>Всего:</b>			51

### 4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Терминология предмета «Теплофизика». Закон Био-Фурье. Уравнение теплопроводности и граничные условия. Теплопроводность при стационарном режиме	3
P1	2	Основные методы решения задач теплопроводности. Преобразования Фурье, Лапласа, синус- и косинус- преобразования. Решение стационарных и нестационарных задач методом функции Грина	2
P2	3	Конвективный теплоперенос. Обработка опытных данных методом теории подобия	4
P3	4	Сложный теплообмен. Теплоотдача при кипении жидкости. Кризис теплоотдачи	4
P3	5	Теплообменные аппараты. Теплообмен в ядерных реакторах. Распределение температур теплоносителя, оболочки и сердечника, по высоте топливного канала	4
<b>Всего:</b>			17

### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Уравнение теплопроводности и граничные условия. Теплопроводность при стационарном режиме.
2. Конвективный теплоперенос. Обработка опытных данных методом теории подобия.
3. Сложный теплообмен. Теплоотдача при кипении жидкости. Кризис теплоотдачи.
4. Теплообмен в ядерных реакторах. Распределение температур теплоносителя, оболочки и сердечника, по высоте топливного канала.

**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. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)**

*не предусмотрено*

**4.3.8. Примерная тематика контрольных работ**

1. Коэффициент теплопроводности газов. Коэффициент теплопроводности жидкостей. Коэффициент теплопроводности твердых тел: металлы и сплавы, диэлектрики, полупроводники.
2. Уравнение теплопроводности. Уравнение равновесия. Обобщения уравнения теплопроводности: теплопроводность в кристалле, учет конечности скорости распространения тепла. Эффективная теплопроводность при медленных деформациях и теплопроводность при отсутствии деформаций. Коэффициент температуропроводности.
3. Основные методы решения задач теплопроводности. Использование интегральных преобразований для различных задач. Схема решения одномерных задач теплопроводности, зависящих от координат и времени.

**4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов**

1. Теплопроводность

**6. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ**

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение
------------------------------	--------------------------	---

	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (диалоговое обсуждение пройденного)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1-P3	*			*	*			*				

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

## 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1.Рекомендуемая литература

#### 9.1.1.Основная литература

1. Арутюнов, В.А. Теплофизика и теплотехника: Теплофизика: Курс лекций. [Электронный ресурс] / В.А. Арутюнов, С.А. Крупенников, Г.С. Сборщиков. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2010. — 228 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2083>.
2. Архипов, В. Физико-химические основы процессов тепломассообмена : учебное пособие / В. Архипов ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство образования и науки Российской Федерации. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 199 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442086](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442086).

#### 9.1.2. Дополнительная литература

1. Николаев Г. П. Теплофизика: Учебное пособие. Екатеринбург ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2001. 203с.
2. Кутателадзе С. С. Основы теории теплообмена. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Атомиздат, 1979. 416 с.
3. Новиков И. И., Воскресенский К. Д. Прикладная термодинамика и теплопередача. М.: Госатомиздат, 1977. 352 с.

4. Лыков А. В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967. 600 с.
5. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: Учебное пособие. Т.6. Гидродинамика. Физматлит, 2003. 736 с.
6. Гельфанд И. М., Шилов Г. Е. Обобщенные функции и действия над ними. М.: Добросвет, 2000. 412 с.
7. Теплообмен в ядерных энергетических установках. Учеб. пособие для вузов / Б. С. Петухов, Д. Г. Генин, С. А. Ковалев; под ред. Б. С. Петухова, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1986. 472 с.
8. Исаченко Б. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача. М.: Энергоиздат, 1981. 417 с.
9. Карслоу Г., Эгер Д. Теплопроводность твердых тел. М.: Наука, 1964. 488 с.
10. Филиппов Л. П. Прогнозирование теплофизических свойств жидкостей и газов. М.: Энергоатомиздат, 1988. 376 с.
11. Галин Н. М., Кириллов П. Л. Тепломассообмен (в ядерной энергетике). М.: энергоиздат, 1987. 376 с.

## **9.2.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.

## **9.3.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.

## **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

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

## **9.5.Электронные образовательные ресурсы**

не используются

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Лекции и практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной проектором с использованием мобильного компьютера (ноутбука). Компьютерный класс с установленным программ-

ным обеспечением п.9.3 и числом рабочих мест соответствующим числу студентов в группе. Допустимо один компьютер на двух обучающихся.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
**к рабочей программе дисциплины**

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение лекций	7 семестр, 1 – 18 учебные недели	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,25</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Выполнение заданий	7 семестр, 1 – 9 учебные недели	50
Выполнение домашней работы	7 семестр, 17 учебная неделя	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,25</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Выполнение заданий	7 семестр, 1 – 9 учебные недели	50

Выполнение контрольной работы	7 семестр, 10 учебная неделя	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– 0</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта**

Не предусмотрено

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

Не предусмотрено

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
**к рабочей программе дисциплины**

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.*

*В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.*

## **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.

<b>Компоненты компетенций</b>	<b>Признаки уровня освоения компонентов компетенций</b>		
	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<b>Знания</b>	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.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	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**  
*не предусмотрено*

**8.3.3. Примерные контрольные кейсы**  
*не предусмотрено*

**8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

1. Основные понятия и законы теплофизики. Способы переноса тепла. Теплоотдача и теплопередача.
2. Метод подобия и идея получения безразмерных уравнений конвективного теплообмена. Метод преобразования масштабов на примере определяемого числа Нуссельта  $Nu$ .
3. Теплообмен при кипении. Пузырьковое и пленочное кипение. Кризис теплоотдачи при кипении.
4. Вывод уравнения теплопроводности в твердом теле.
5. Кризис теплоотдачи при кипении. Гидродинамическая теория кризиса кипения. Четыре основных механизма кризисов кипения.
6. Общее уравнение переноса тепла в жидкости. Закон сохранения энергии в жидкости. Плотность потока энергии. Общее уравнение переноса тепла, его физический смысл.
7. Коэффициент теплопроводности. Некоторые теории и экспериментальные данные по определению коэффициента теплопроводности для различных веществ.
8. Теплоперенос в невязкой жидкости. Закон Фурье-Остроградского.
9. Основные методы решения задач теплопроводности (метод разделения переменных, интегральные преобразования).
10. Теплоотдача тела при внешнем обтекании его вынужденным потоком жидкости. Нахождение базы для первой задачи ( $T_S = const$ ). Закон Ньютона-Рихмана.
11. Типы краевых задач. Краевые условия I, II, III, IV рода.
12. Функция Грина для фигур, образованных пересечением простых тел. Понятие функции Грина смешанного рода.
13. Теплопередающие устройства – тепловые трубы. Достоинства, назначение, процессы в тепловой трубе.
14. Задача о нагреве тонкой пластины в жидкости. Числа подобия  $Fo$  и  $Bi$ .
15. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности для одномерной стационарной задачи, его физический смысл. Показать правомерность решения.

16. Кризис теплоотдачи при кипении. Четыре основных механизма кризисов кипения.
17. Соприкосновение двух тел с разной температурой. Коэффициент теплоусвоения.
18. Классификация основных типов теплообменных аппаратов. Основное уравнение теплового расчета рекуперативных теплообменников.
19. Функция Грина для двухгранного угла и бесконечного параллелепипеда.
20. Особенности определения теплофизических параметров жидких и газообразных тел.
21. Два типа организации теплосъема (канальные и корпусные реакторы). Различные схемы отвода тепла: при гравитационном свободном движении, вынужденном движении теплоносителя (схема), с кипением и без него (схемы).
22. Понятие теплоотдачи и теплопередачи. Определения и терминология. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи, внешнее и внутреннее термические сопротивления.

#### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

*не используются*

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

*не используются*

#### **8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*не используются*

#### **8.3.8. Интернет-тренажеры**

*не используются*