



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по НР  
Н.А. Кострикова  
18.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины  
программы подготовки научных и научно-педагогических кадров  
в аспирантуре ФГБОУ ВО «КГТУ»

**ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА**

Группа научных специальностей  
**1.3. Физические науки**

Научная специальность

**1.3.14. ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА**

Отрасль науки: технические науки

Институт морских технологий, энергетики и строительства

РАЗРАБОТЧИК	Кафедра строительства
ВЕРСИЯ	1
ДАТА ВЫПУСКА	21.04.2023

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Теплофизика и теоретическая теплотехника» является формирование у обучающегося системы теоретических и практических знаний и навыков, необходимых в преподавательской деятельности аспиранта по основным образовательным программам высшего образования.

### **Задачами освоения дисциплины являются:**

- освоение расчетно-теоретических и методологических основ теплофизики и теоретической теплотехники;
- освоение методов термодинамического анализа, расчета теплофизических свойств на основе уравнений состояния, теплотехнического расчета процессов и оборудования;
- овладение навыками термодинамического анализа, расчета теплофизических свойств по уравнениям состояния, формулировки задач и выбора методов теплотехнического расчета процессов и оборудования;
- готовность к проведению термодинамического анализа, расчетно-теоретического исследования теплофизических свойств и теплотехнического расчета процессов и оборудования;
- готовность к научно-педагогической деятельности в области теплофизики и теоретической теплотехники по программам высшего образования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Теплофизика и теоретическая теплотехника» относится к образовательному компоненту программы аспирантуры по научной специальности **1.3.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника»**. Дисциплина направлена на подготовку аспирантов к научно-исследовательской деятельности, изучается на 4 курсе.

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины «Теплофизика и теоретическая теплотехника» аспирант должен:

### **Знать:**

- современные проблемы и методологию теоретических и экспериментальных исследований в области теплофизики и теоретической теплотехники;
- молекулярно-кинетическую и статистическую основу теплофизики и термодинамики;
- основные законы, математический аппарат и методы, применяемые в расчетно-теоретических и экспериментальных исследованиях теплофизических свойств, термодинамическом анализе и в теплотехнических расчетах;

- методы решения задач в области теплофизики и теоретической теплотехники;

**Уметь:**

- проводить анализ состояния экспериментальных и расчетно-теоретических исследований по выбранной теме;
- проводить теплофизические и теплотехнические исследования по заданной или сформулированной самостоятельно теме, используя соответствующий математический аппарат и современные достижения фундаментальной физики;
- выбирать методы решения поставленных задач в области теплофизики и теоретической теплотехники
- использовать результаты экспериментальных исследований в решении поставленных задач;

**Владеть:**

- математическим аппаратом, применяемом в теплофизике и теоретической теплотехнике;
- методами термодинамического анализа, расчетов теплофизических свойств веществ и фазовых равновесий, методами теплотехнического расчета процессов и оборудования.

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **Тема 1. Формирование представлений о природе теплоты и строении вещества**

###### **Основные понятия и исходные положения термодинамики**

Развитие представлений о природе теплоты. Термодинамика – наука о формах обмена энергией. Феноменологический характер термодинамики. Развитие статистических идей. Становление молекулярно-кинетической теории вещества. Вклад отечественной науки в ее формирование.

Термодинамическая система и окружающая среда. Термодинамическое равновесие. Термодинамические параметры, функции состояния. Основные постулаты. Понятие о термодинамических процессах, процессы равновесные и неравновесные

###### **Тема 2. Основные законы и уравнения термодинамики**

Внутренняя энергия системы. Основные термодинамические процессы. Теплота и работа как формы обмена энергией – функции процессов. Первый закон термодинамики, его формулировки. Теплоемкости. Уравнение состояния термодинамических систем, термические и калорические уравнения состояния. Вириальная форма уравнений состояния, термические и калорические уравнения состояния. Уравнения Клапейрона-Менделеева и Ван-дер-Ваальса.

Обратимые и необратимые процессы. Формулировки второго закона термодинамики. Условие взаимного превращения тепла и работы в прямом и обратном термодинамических циклах. Принцип адиабатической недостижимости. Голономность пфаффовых

форм. Энтропия и термодинамическая температура. Основные уравнения термодинамики для равновесных процессов. Вычисление энтропии. Парадокс Гиббса.

Неравенство Клаузиуса. Изменение энтропии в неравновесных процессах. Основное термодинамическое неравенство. Цикл и теоремы Карно.

Характеристические термодинамические функции и термодинамические потенциалы. Внутренняя энергия как термодинамический потенциал. Преобразования Лежандра. Выражения для термодинамических потенциалов в интегральной и дифференциальной формах. Соотношение Максвелла. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.

Тепловая теорема Нернста. Следствия тепловой теоремы: недостижимость абсолютного нуля температур, особенности поведения термических коэффициентов при низких температурах, вырождение идеального газа.

### **Тема 3. Основные понятия и исходные положения статистической физики**

Уравнения движения в классической механике в форме Гамильтона. Статистические ансамбли. Фазовое пространство, функции распределения, теорема Лиувилля. Фазовое пространство идеального одноатомного газа. Гамильтово описание квантовой механики. Чистые состояния в квантовой механике. Бозоны и фермионы. Описание квантовых систем.

### **Тема 4. Методы равновесной классической статистики**

Микроканоническое распределение. Каноническое распределение Гиббса. Статистический интеграл. Большое каноническое распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц. Большая статистическая сумма.

### **Тема 5. Статистическая термодинамика**

Представление внутренней энергии и других термодинамических величин. Статистический смысл энтропии.

Статистический интеграл и термодинамические функции идеального газа. Распределение Максвелла-Больцмана. Теорема вириала и закон распределения энергий по степеням свободы. Теплоемкости одно- и многоатомных газов. Статистический интеграл неидеальных газов, конфигурационный интеграл в приближении парных столкновений. Уравнение состояния.

### **Тема 6. Основы квантовой статистики**

Принцип тождественности элементарных частиц. Принцип Паули. Статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Уравнение состояния и статистика квантового идеального газа. Теплоемкость кристаллов, модель Дебая.

### **Тема 7. Фазовые равновесия и фазовые переходы**

Классификация термодинамических систем. Основные уравнения термодинамики для сложных систем. Химический потенциал. Условия равновесия. Метастабильные состояния. Равновесие и устойчивость, принцип Ле Шателье-Брауна. Фазовые диаграммы чистого вещества, тройная точка. Равновесие в гомогенной системе. Закон действующих масс. Равновесие в гомогенных многокомпонентных системах. Правило фаз Гиббса.

Фазовые переходы первого рода, уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы второго рода, уравнение Эренфеста, теория Ландау. Критические и закритические явления, критическая точка. Масштабная теория критических явлений. Закон соответственных состояний и термодинамическое подобие.

### **Тема 8. Термодинамические процессы и циклы**

Основные термодинамические процессы и их уравнения, изменение термодинамических функций, теплоты и работы. Исследование диаграмм для расчета процессов. Эффект Джоуля-Томсона.

Силовые термодинамические циклы. Влияние параметров циклов на их термический КПД. Паросиловой цикл Ренкина. Циклы холодильной машины и теплового насоса. Эксергетический анализ.

### **Тема 9. Основы теории флуктуаций**

Распределение Гаусса. Флуктуации термодинамических величин. Формула Пуассона.

Корреляция флуктуаций. Броуновское движение. Уравнения Ланжевена и Фоккера-Планка. Основное кинетическое уравнение для коррелятивных функций.

### **Тема 10. Метод коррелятивных функций и основные положения неравновесной термодинамики**

Реакция системы на внешнее динамическое возмущение. Реакция системы на термическое возмущение.

Условия локального равновесия. Локальная запись законов сохранения массы, импульса и энергии. Уравнение баланса энтропии. Плотность производства и плотность потока энтропии. Феноменологические соотношения для плотностей потоков тепла, массы и импульса. Соотношения взаимности Онсагера. Замкнутая система дифференциальных уравнений сохранения энергии, массы и импульса.

### **Тема 11. Кинетика газоподобных систем**

Уравнение Больцмана. H-теорема и закон возрастания энтропии. Уравнение переноса молекулярных признаков (массы, импульса, энергии). Идеи методов Чепмена, Энскога и Грэда, вычисление кинетических коэффициентов.

### **Тема 12. Элементы теории упругости**

Модель сплошной среды. Тензор деформации. Тензор напряжений. Термодинамика деформирования. Обобщенный закон Гука. Плотность потоков массы, импульса и энергии и соответствующие уравнения сохранения.

### **Тема 13. Явления переноса массы и импульса в сплошных средах**

Перенос массы – уравнение непрерывности с источниками и стоками. Идеальная жидкость. Уравнение Эйлера. Вихревое движение. Теоремы Гельмгольца и Томсона. Потенциальное движение. Уравнение Бернулли. Парадокс Даламбера. Эффект Магнуса.

Вязкая жидкость. Тензор вязких напряжений. Уравнение Навье-Стокса. Диссипация кинетической энергии в вязкой жидкости. Законы подобия.

Устойчивость стационарного движения жидкости. Уравнение Рейнольдса для турбулентного движения. Теория турбулентности Прандтля.

Кармана. Отрыв и турбулизация пограничного слоя. Кризис сопротивления.

#### **Тема 14. Элементы газовой динамики**

Динамика разреженного газа. Одномерный поток сжимаемого газа. Формула Сан-Венана-Венцеля. Параметры газа в критической точке. Число Маха.

Прямая ударная волна, ударная адиабата, косая ударная волна, ударная поляра, отсоединенная ударная волна. Изменение скоростей и термодинамические функции в ударных волнах. Волна разряжения, изменение термодинамических функций и скоростей. Сопло Лавалья. Взаимодействие газового потока с поверхностью. Формула Кнудсена. Режимы течения газа.

Основные положения теории разделения изотопов: разделительный элемент, коэффициенты разделения и обогащения. Умножение обогащения в каскаде. Идеальный каскад. Потенциал разделения и разделительная мощность. Первичный эффект разделения в поле центробежных сил. Умножение разделения в противоточной центрифуге. Решение уравнения обогащения в приближении Коэна.

#### **Тема 15. Теплопроводность**

Тепловой поток. Уравнение теплопроводности, краевые условия. Стационарная теплопроводность, решение задачи для простейших тел. Объемные и поверхностные источники тепла.

Нестационарная теплопроводность. Простейшие задачи для бесконечных и конечных областей. Нелинейная теплопроводность. Автомодельные решения. Тепловые волны. Приближенные численные методы решения.

#### **Тема 16. Конвективный теплообмен**

Общие уравнения переноса тепла. Методы подобия и размерности в теории теплообмена. Критерии подобия, критериальные уравнения теплообмена. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.

Теплообмен в ламинарном пограничном слое, трение и теплообмен при обтекании пластины несжимаемой жидкостью. Теплообмен и трение при турбулентном обтекании плоской пластины.

#### **Тема 17. Теплообмен при фазовых превращениях**

Пленочная и капельная конденсация. Теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.

Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей. Режимы кипения. Механизм процесса теплообмена при пузырьковом кипении.

Кризис кипячения. Механизмы теплообмена при пленочном кипении. Теплопередача при ламинарном и турбулентном движении паровой пленки.

#### **Тема 18. Теплообмен излучением**

Основные законы теплового излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Лучистый теплообмен между телами. Угловые коэффициен-

ты излучения. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах. Особенности излучения газов и паров. Критерий радиационного подобия.

## 5. ОБЪЕМ (ТРУДОЕМКОСТЬ ОСВОЕНИЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕТ), то есть 108 академических часов контактной работы (лекционных занятий, практических занятий) и 90 часов самостоятельной учебной работы аспиранта, связанной с текущей и промежуточной аттестацией по дисциплине. Изучается на 4 курсе.

Распределение трудоемкости освоения дисциплины по годам ОП, темам и видам учебной работы аспиранта приведено ниже.

Форма промежуточной аттестации – экзамен, 4 год обучения.

Таблица 1 - Объем (трудоёмкость освоения) в очной форме обучения и структура дисциплины

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч				
	Контактная работа			СР	Всего
	Лекции	ЛЗ	ПЗ		
Тема 1. Формирование представлений о природе теплоты и строении вещества. Основные понятия и исходные положения термодинамики	1	-	-	4	5
Тема 2. Основные законы и уравнения термодинамики	1	-	-	4	5
Тема 3. Основные понятия и исходные положения статистической физики	1	-	-	4	5
Тема 4. Методы равновесной классической статистики	1	-	-	4	5
Тема 5. Статистическая термодинамика	1	-	-	4	5
Тема 6. Основы квантовой статистики	1	-	-	4	5
Тема 7. Фазовое равновесие и фазовые переходы	1	-	-	6	7
Тема 8. Термодинамические процессы и циклы	1	-	-	6	7
Тема 9. Основы теории флуктуаций	1	-	-	4	5
Тема 10. Метод коррелятивных функций и основные положения неравновесной термодинамики	1	-	-	4	5
Тема 11. Кинетика газоподобных систем	1	-	-	6	7
Тема 12. Элементы теории упругости	1	-	-	4	5
Тема 13. Явления переноса массы и импульса в сплошных средах	1	-	-	6	7
Тема 14. Элементы газовой динамики	1	-	-	6	7
Тема 15. Теплопроводность	1	-	-	6	7
Тема 16. Конвективный теплообмен	1	-	-	6	7

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч				
	Контактная работа			СР	Всего
	Лекции	ЛЗ	ПЗ		
Тема 17. Теплообмен при фазовых превращениях	1	-	-	6	7
Тема 18. Теплообмен излучением	1	-	-	6	7
<b>Учебные занятия</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>90</b>	<b>108</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>экзамен</b>				
<b>Итого по дисциплине</b>					<b>108</b>

*ЛЗ - лабораторные занятия, ПЗ – практические занятия, СР – самостоятельная работа*

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Не предусматриваются.

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и формы СР

№ п/п	Виды (содержание) СР	Кол-во часов Очная форма	Формы контроля (аттестации)
1	Формирование представлений о природе теплоты и строения вещества. Основные понятия и исходные положения термодинамики (Освоение материала)	4	Текущий контроль, опрос
2	Основные законы и уравнения термодинамики (Освоение материала)	4	Текущий контроль, опрос
3	Основные понятия и исходные положения статистической физики (Освоение материала)	4	Текущий контроль, опрос
4	Методы равновесной классической статистики (Освоение материала)	4	Текущий контроль, опрос
5	Статистическая термодинамика (Освоение материала)	4	Текущий контроль, опрос
6	Основы квантовой статистики (Освоение материала)	4	Текущий контроль, опрос
7	Фазовое равновесие и фазовые переходы (Освоение материала)	6	Текущий контроль, опрос
8	Термодинамические процессы и циклы (Освоение материала)	6	Текущий контроль, опрос
9	Основы теории флуктуаций (Освоение материала)	4	Текущий контроль, опрос
10	Метод коррелятивных функций и основные положения неравновесной термодинамики (Освоение материала)	4	Текущий контроль, опрос



11	Кинетика газоподобных систем (Освоение материала)	6	Текущий контроль, опрос
12	Элементы теории упругости (Освоение материала)	4	Текущий контроль, опрос
13	Явления переноса массы и импульса в сплошных средах (Освоение материала)	6	Текущий контроль, опрос
14	Элементы газовой динамики (Освоение материала)	6	Текущий контроль, опрос
15	Теплопроводность (Освоение материала)	6	Текущий контроль, опрос
16	Конвективный теплообмен (Освоение материала)	6	Текущий контроль, опрос
17	Теплообмен при фазовых превращениях (Освоение материала)	6	Текущий контроль, опрос
18	Теплообмен излучением (Освоение материала)	6	Текущий контроль, опрос
Итого		90	

**Научно-исследовательские, творческие работы и рефераты не предусмотрены учебным планом.**

## **8.УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА.**

### **Основная учебная литература**

1. Новиков, И. И. Термодинамика : учеб.пособие / И. И. Новиков. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург [и др.] : ЛАНЬ, 2009. - 589 с.
2. Цветков, Ф. Ф. Тепломассообмен : учеб.пособие / Ф. Ф. Цветков ; авт. Григорьев Б.А. - 3-е изд., стер. - Москва : МЭИ, 2006. - 549 с.
3. Базаров, И. П. Неравновесная термодинамика и физическая кинетика : учеб.пособие для студ.ун-тов по спец. "Физика" / И. П. Базаров; соавт.: Геворкян П.Н., Николаев П.Н. - Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1989. - 240с.
4. Кириллин, В. А. Техническая термодинамика: учеб. / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : МЭИ, 2008. - 495 с.

### **Дополнительная учебная литература**

1. Кудинов, В. А. Техническая термодинамика : учеб.пособие / В. А. Кудинов ; авт. Карташов, Э. М. - 5-е изд., стер. - Москва : Высш. шк., 2007. - 261 с.
2. Васильев, А. М. Введение в статистическую физику : учеб.пособие / А. М. Васильев. - Москва : Высшая школа, 1980. - 272 с.

## **9.ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Информационные технологии**

В ходе освоения дисциплины аспиранты используют возможности интерактивной коммуникации со всеми участниками и заинтересованными сторонами образовательного процесса, ресурсы и информационные технологии посредством электронной информационной образовательной среды университета. Аспирантам и научно-педагогическим работникам обеспечен доступ к ЭБС, наукометрическим базам данных и к полнотекстовым ресурсам, наукометрическим базам данных и к полнотекстовым ресурсам, справочно-правовой системе «ГАРАНТ», профессиональной справочной системе «Техэксперт».

#### **Веб-сайты с электронными ресурсами по специальности:**

1. Программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Консультант Плюс. Официальный сайт компании [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> свободный (дата посещения 24.01.2018).

2. Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата посещения 24.01.2018).

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата посещения 24.01.2018)

3. Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://https://biblio-online.ru>, свободный (дата посещения 24.01.2018)

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

Для проведения занятий по дисциплине «Теплофизика и теоретическая тепло-техника», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам: учебные аудитории, оборудованные комплектом мебели; комплект проекционного мультимедийного оборудования; компьютеры с доступом к сети Интернет; читальный зал с информационными ресурсами на бумажных и электронных носителях, библиотекой, архивом диссертаций и авторефератов. офисная оргтехника; электронные таблицы Excel MS Office; справочно-правовая система «ГАРАНТ», профессиональная справочная система «Техэксперт» Для аудиторных занятий по дисциплине используется материально-техническая база кафедры строительства, учебного корпуса № 1 (г. Калининград, ул. Проф. Баранова, 43, УК № 1), ауд. 320Б - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная аудитория укомплектована специализированной (учебной) мебелью - учебной доской, столом преподавателя, партами, стульями, мультимедийным оборудованием и компьютером с выходом в интернет. Последний оснащен программным обеспечением Microsoft, офисными приложениями, MS Office Standard 2010, MS Windows 7 Professional, получаемые по программе

"Open Value Subscription" (license V0948021 дата окончания 31.01.2021). Программный комплекс AutoDesk для учебных заведений Education Master Suite: AutoCAD, AutoCADCivil 3D (Договор #110001955026, Договор #110001703865, Договор #110001781500). Программа MathCAD 2015 (Лицензия 3A1843569 от 26.04.2013, бессрочная).

Для самостоятельной работы аспирантов используется помещение для самостоятельной работы по адресу г. Калининград, ул. Проф. Баранова, 43, УК № 1, каб. 422Б. Помещение оснащено столами и стульями, имеется 5 компьютеров с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, комплект лицензионного программного обеспечения. Типовое ПО на всех ПК: 1. Операционная система Windows XP (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021 дата окончания 31.01.2021); 2. Офисное приложение MS Office 2010 (получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021 дата окончания 31.01.2021); 3. Kaspersky Endpoint Security (17E0-190201-091470-333-1032 до 2020-02-12); 4. Google Chrome (GNU); 5. Эффектон (договор №348 от 29 августа 2013). Программа составлена в соответствии с требованиями ФГТ с учетом рекомендаций и Примерной ОП ВО по научной специальности 1.3.14. «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

## **11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ**

Оценочные средства по дисциплине представляются в виде фонда оценочных средств (ФОС). Требования к структуре и содержанию ФОС по дисциплине определяются Положением по ФОС.

## **12. ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ И ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основными видами учебной деятельности в ходе изучения курса являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа аспирантов, консультирование по отдельным темам дисциплины.

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет аспирантам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

При подготовке лекционного материала преподаватель обязан руководствоваться рабочей программой по дисциплине. При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способство-

вать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в вузе.

Практические занятия проводятся с целью приобретения навыков, необходимых в профессиональной деятельности аспиранта в области сохранения жизни и здоровья человека за моделирования систем и средств защиты информации.

Важным звеном во всей системе обучения является самостоятельная работа. В широком смысле под ней следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности аспирантов, как в отсутствии преподавателя, так и в контакте с ним. Она является одним из основных методов поиска и приобретения новых знаний, работы с литературой, а также выполнения предложенных заданий. Преподаватель призван оказывать в этом методическую помощь аспирантам и осуществлять руководство их самостоятельной работой.

Преподавателю необходимо контролировать степень усвоения аспирантами текущего материала, а также уровень остаточных знаний по уже изученным темам.

### **13. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении дисциплины аспирант должен добросовестно посещать лекции и практические занятия.

Учебным планом предусмотрена самостоятельная работа аспирантов. Эта работа предполагает:

- изучение лекционного материала;
- подготовка к практическим занятиям;
- самостоятельное изучение отдельных вопросов дисциплины по рекомендованной литературе и углубленную проработку некоторых тем, изложенных в лекциях;
- подготовка к промежуточному и текущему контролю.

Аспирант обязан в полном объеме использовать время самостоятельной работы, предусмотренное настоящей рабочей программой, для изучения соответствующих разделов дисциплины, и своевременно обращаться к преподавателю в случае возникновения затруднений при выполнении самостоятельной работы.

Содержание внеаудиторной самостоятельной работы и распределение объема на нее определяется по темам дисциплины согласно тематическому плану рабочей программы.

#### 14. СВЕДЕНИЯ О РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ И ЕЕ СОГЛАСОВАНИИ

Рабочая программа дисциплины «Теплофизика и теоретическая теплотехника» представляет собой образовательный компонент программы по подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности **1.3.14. «Теплофизика и теоретическая теплотехника»**.

Автор программы - А.А. Герасимов, д.т.н., профессор, профессор кафедры строительства.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры строительства (протокол № 6 от 21.04.2023 г.).

Заведующий кафедрой строительства

\_\_\_\_\_ к. т. н., доцент, И.А. Хомякова

Согласовано:

Начальник УПК ВНК

Н.Ю. Ключко

Заместитель директора по НиМД ИМТЭС

Е.С. Землякова