

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.01.01** Информатика в задачах теплоэнергетики

Учебный план: ФГОС3++z130301-1\_21-15.plx

Кафедра: **16** Прикладной математики и информатики

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия					
3	УП	4	4	60	4	2	Зачет
	РПД	4	4	60	4	2	
Итого	УП	4	4	60	4	2	
	РПД	4	4	60	4	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

старший преподаватель

Леонова Н.Л.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой прикладной математики и информатики

Яковлев В.П.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморodin С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** формирование у обучающегося

- способности к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию;
- способностей использовать углублённые теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности;
- способностей применять методы анализа вариантов разработки и поиска компромиссных решений в области теплоэнергетики ;
- способности планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований.

**1.2 Задачи дисциплины:**

1. Получить практические навыки по построению математической модели, адекватно описывающей изучаемый процесс или явление (по выбору оптимального численного метода решения сформулированной краевой задачи, по разработке численного алгоритма, позволяющего упростить создание программы на компьютере);
2. Приобрести умения использовать компьютер для оформления и визуализации полученных результатов моделирования в профильных прикладных пакетах программ);
3. Научиться анализировать и защищать полученные результаты;
4. Изучить прикладные программы, предназначенных для решения смежных вычислительных задач.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика

Математика (Теория вероятностей)

Информационные технологии

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-5.1: Способен выполнять специальные расчеты теплотехнологических процессов по типовым методикам</b>
---

<b>Знать:</b> номенклатуру нормативных документов в области профессиональной деятельности; поисковые системы и основные приёмы поиска информации; программные средства подготовки и обработки информации
--

<b>Уметь:</b> алгоритмизировать решение задач и реализовывать алгоритмы с использованием программных средств
--

<b>Владеть:</b> программными средствами и информационными технологиями для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации применительно к объектам профессиональной деятельности
---

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Базовые понятия моделирования.	3				
Тема 1. Введение в математическое моделирование и вычислительный эксперимент.  Понятие математической модели. Преимущества теории и эксперимента в математическом моделировании. Историческое развитие математического моделирования. Этапы математического моделирования (построение математической модели; разработка алгоритма для реализации модели на компьютере; создание программы на языке программирования высокого уровня). Иерархическая структура математических моделей сложных объектов (примеры). Основные этапы численного решения задачи на компьютере (физическая постановка; математическое моделирование; выбор численного метода; разработка алгоритма решения задачи; составление программы; отладка программы; счет по отлаженной программе; анализ результатов счета). Классификация погрешностей численного решения. Неустраняемая погрешность (погрешность математической модели, погрешность входных данных), погрешность численного метода, погрешность округления.		1	1	12	
Тема 2. Алгоритмы решения вычислительных задач.  Алгоритмы численного решения нелинейных уравнений. Метод дихотомии, метод касательных, метод простых итераций, метод секущих. Алгоритмы обработки экспериментальных данных. Интерполяция и аппроксимация. Метод наименьших квадратов. Алгоритмы численного интегрирования и дифференцирования. Алгоритмы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных.		1	1	12	АС
Раздел 2. Математическое моделирование в теплоэнергетике.					

<p>Тема 3. Математические модели теплоэнергетики.</p> <p>Основные механизмы переноса тепла. Уравнение теплопроводности. Закон Фурье. Закон сохранения энергии. Линейные и квазилинейные параболические уравнения второго порядка. Уравнение теплопроводности для однородной среды, в случае установившегося температурного поля, при наличии движущейся среды. Изменение уравнения теплопроводности при переходе от декартовой системы координат к полярной системе координат.</p> <p>Замыкающие соотношения. Начальные и граничные условия. Граничные условия I рода (задается температура как функция координат и времени). Граничные условия II рода (задается тепловой поток на основе закона Фурье). Граничные условия III рода (конвективный теплообмен между поверхностью твердого тела с окружающей средой, которая имеет некоторую температуру – закон Ньютона-Рихмана). Граничные условия IV рода (идеальный и неидеальный контакт - условия сопряжения А.В. Лыкова).</p>		1	1	18	
<p>Тема 4. Нестационарная сопряженная задача теплопроводности в неоднородном стержне.</p> <p>Построение разностной пространственно-временной сетки. Аппроксимация частных производных в уравнении теплопроводности конечными разностями. Решение разностного уравнения (системы линейных алгебраических уравнений) методом прогонки. Понятие прямой и обратной прогонки. Вывод рекуррентного соотношения для определения прогоночных коэффициентов. Использование граничных условий для определения начальных прогоночных коэффициентов. Особенности вывода прогоночных коэффициентов на основе условия сопряжения.</p>		1	1	18	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		4	4	60	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		8,25		60	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-5.1	<p>1. выбирает информацию и анализирует методы построения математических и компьютерных моделей. Интерпретирует полученные результаты, делает выводы об адекватности той или иной модели.</p> <p>2. Способен выбрать прикладное программное средство для проведения компьютерного эксперимента и обосновать свой выбор.</p> <p>3. Строит математические и компьютерные модели для решения практических задач профессиональных областей знания</p>	<p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей величин. Умеет применять методы численного анализа для реализации решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать	
Не зачтено	Обучающийся не знает теоретических основ дисциплины, способен проработать научно-исследовательскую литературу по темам дисциплины, но не может грамотно и четко изложить материал, допускает ошибки при ответах на дополнительные вопросы преподавателя. Не понимает смысл условия задачи, не может построить ее математическую модель и решить практическую задачу.	

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 3	
1	Нестационарная задача теплопроводности в неоднородной пластине.
2	Разновидности метода "прогонки" и их применение в решении практических задач
3	Краевые задачи. Граничные условия.
4	Точные и приближённые числа. Источники погрешностей. Классификация погрешностей
5	Понятие компьютерного моделирования и вычислительного эксперимента
6	Способы задания функций. Математические таблицы. Математическая постановка задачи интерполирования. Интерполяционный многочлен Лагранжа
7	Способы задания функций. Математические таблицы. Математическая постановка задачи интерполирования. Первая интерполяционная формула Ньютона. Вторая интерполяционная формула Ньютона. Оценка погрешности первой интерполяционной формулы Ньютона. Оценка погрешности второй интерполяционной формулы Ньютона.
8	Аппроксимация и метод наименьших квадратов. Уравнение регрессии. Коэффициент корреляции.
9	Алгебраические и трансцендентные уравнения. Общие методы решения нелинейных уравнений. Графические методы решения нелинейных уравнений. Отделение корней. Графический метод отделения корней. Общие свойства алгебраических уравнений. Определение числа действительных корней алгебраического уравнения.

10	Отделение корней. Аналитический метод отделения корней. Уточнение корней методом проб. Нахождение корней уравнений методом последовательных приближений (итераций). Геометрическая интерпретация метода итераций. Методы численного решения трансцендентных уравнений: Метод Ньютона, дихотомии, метод хорд и секущих.
11	Численное интегрирование.
12	Численное дифференцирование.
13	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера и Рунге-Кутты
14	Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных. Метод сеток.
15	Нестационарная задача теплопроводности для неоднородного стержня.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. По результатам проведенного эксперимента получены следующие данные (массив данных приводится отдельным файлом). На их основе рассчитать: коэффициент корреляции данных; параметры регрессии (линейной, квадратичной, кубической). Оценить погрешность при использовании наиболее точной формулы. Построить графики исходных данных и полученных зависимостей.

2. Рассчитать методом последовательных приближений жаропроизводительность, calorиметрическую и теоретическую температуры горения газа следующего состава:

Наименование топлива Q <sub>td</sub> ,		МДж/ м <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub> , %	O <sub>2</sub> , %	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> , %	CO%
H <sub>2</sub> , %	CH <sub>4</sub> , %	N <sub>2</sub> , %				
15.4	0	57.3	3.38	13.8	0	0
						13.0

для следующих условий:  $\alpha=1-3$ , температура окислителя и топлива имеют диапазон изменения: 0-500°C с шагом в 25°C, окислитель – обогащенный воздух – концентрация кислорода составляет – 25%. При расчете теоретической температуры горения учитывать диссоциацию газов. Построить зависимость температуры горения от  $\alpha$  и температуры топлива

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

Письменная

Компьютерное тестирование

Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

В течении семестра выполняются контрольные работы.

Возможность пользоваться справочным материалом.

Время на подготовку ответа по вопросам 20 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Каримов, А.	Численные методы моделирования нелинейных процессов тепло- и массообмена на ЭВМ	Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/58778.html">http://www.iprbookshop.ru/58778.html</a>
Краюткина, Е. В.	Численные методы в научных расчетах	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/62884.html">http://www.iprbookshop.ru/62884.html</a>

Тарасов, В. Н., Бахарева, Н. Ф.	Численные методы. Теория, алгоритмы, программы	Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/71903.html">http://www.iprbookshop.ru/71903.html</a>
Мокрова, Н. В., Суркова, Л. Е.	Численные методы в инженерных расчетах	Саратов: Ай Пи Эр Медиа	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/71739.html">http://www.iprbookshop.ru/71739.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
В.М. Пестриков, Т.С. Смирнова, Н.Л. Леонова	Компьютерное моделирование задач теплотехники [Текст]: учебно-методическое пособие по курсовому проекту	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2012	<a href="http://nizrp.narod.ru/kompmodel.htm">http://nizrp.narod.ru/kompmodel.htm</a>
Демин, Д. Б.	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине Численные методы. Часть 1	Москва: Московский технический университет связи и информатики	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/63372.html">http://www.iprbookshop.ru/63372.html</a>
Демин, Д. Б.	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине Численные методы. Часть 2	Москва: Московский технический университет связи и информатики	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/63373.html">http://www.iprbookshop.ru/63373.html</a>
Малышева, Т. А.	Численные методы и компьютерное моделирование. Лабораторный практикум по аппроксимации функций	Санкт-Петербург: Университет ИТМО	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/67833.html">http://www.iprbookshop.ru/67833.html</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
 Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>  
 Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75.6](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6)  
 Информационная справочная система «Электронный центр справки и обучения Microsoft Office» [Электронный ресурс]. URL: <https://support.office.com/ru-RU>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
 MicrosoftOfficeProfessional 2013  
 PTC Mathcad 15  
 Delphi

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду