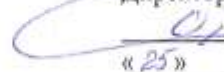


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

 О.Ю. Долматов
« 25 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки/специальность	14.05.04 Электроника и автоматика физических установок		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроника и автоматика физических установок		
Специализация	Системы автоматизации физических установок и их элементы		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	40	
	Практические занятия	-	
	Лабораторные занятия	56	
	ВСЕГО	96	
Самостоятельная работа, ч		120	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации

Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
---------	------------------------------	------

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения
на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	А.Г. Горюнов
	А.Г. Горюнов
	К.А. Козин

2020г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решения	Р6	ОПК(У)-1.У6	Умеет составлять полную структурную схему вещественно-энергетических потоков технологического процесса
			ОПК(У)-1.36	Знает численные методы и способы математического моделирования
ОПК(У)-2	Способен применять математический аппарат и вычислительную технику для решения профессиональных задач	Р6	ОПК(У)-2.В5	Владеет методами математического анализа и моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях в области разработки АСУ ТП с использованием современных математических пакетов (Matlab)
			ОПК(У)-2.У5	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для составления математического описания объекта моделирования
			ОПК(У)-2.35	Знает основные понятия моделирования, задачи и цели моделирования; виды моделирования; численные методы
ОПК(У)-3	Способен использовать языки, системы и инструментальные средства программирования в профессиональной деятельности	Р7	ОПК(У)-3.В3	Владеет основными методами работы с прикладными программными средствами
			ОПК(У)-3.У3	Умеет использовать численные методы для решения химико-технологических задач
			ОПК(У)-3.33	Знает типовые численные методы и алгоритмы их реализации
ПК(У)-23	Способен применять современные методы исследования процессов и объектов профессиональной деятельности, применять математический аппарат для формализации, анализа и выработки решения	Р9	ПК(У)-23.В5	Владеет методами математического моделирования, используя современные математические пакеты, получать новые знания об исследуемом объекте в области разработки АСУ ТП

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Знать численные методы различных задач и владеть средой моделирования MATLAB/Simulink.	ПК(У)-23 ОПК(У)-3 ОПК(У)-2
РД-2	Владеть методами математического анализа и моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях в области разработки АСУ ТП с использованием современных математических пакетов (MATLAB/Simulink).	ПК(У)-23 ОПК(У)-3 ОПК(У)-2 ОПК(У)-1
РД-3	Уметь разрабатывать математические модели процессов и аппаратов как объектов управления.	ОПК(У)-1 ОПК(У)-2 ПК(У)-23

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Основы программирования в среде моделирования MATLAB	РД-1 РД-2	Лекции	4
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	5
Раздел 2. Теория приближений функций	РД-1	Лекции	6
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	17.5
Раздел 3. Теория численного дифференцирования	РД-1	Лекции	8
		Лабораторные занятия	18
		Самостоятельная работа	32.5
Раздел 4. Теория численного интегрирования	РД-1	Лекции	6
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	20
Раздел 5. Введение в численные методы решения задачи оптимизации	РД-1	Лекции	2
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	2.5
Раздел 6. Математическое моделирование	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	12.5

Раздел 7. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	8
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	30

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основы программирования в среде моделирования MATLAB – 4 часа.

Введение в MATLAB. Интерфейс программы. Язык MATLAB. Константы и переменные. Основные стандартные функции MATLAB. Основы графической визуализации вычислений. m-файлы сценариев (скриптов) и функций. Использование файлов сценариев и управление данными.

Темы лекций:

1. Введение в MATLAB. Интерфейс программы. Язык MATLAB. Константы и переменные. Типы данных: скалярные, символьные, дата, время. Операторы цикла и условного перехода. Редактор MATLAB. Вектора, матрицы и массивы. Индексация в векторах. Создание векторов. Основы графической визуализации вычислений. Построение двумерных графиков. Построение двумерных графиков. Форматирование графиков.
2. Операции с массивами/матрицами. Основные стандартные функции MATLAB, математические и статистические функции. Импорт и экспорт данных. m-файлы сценариев (скриптов) и функций. Локальные и глобальные переменные. Анонимные функции, подфункции, вложенные функции. Использование дескрипторов и имен функций.

Раздел 2. Теория приближений функций – 6 часов

Методы восстановления эмпирических зависимостей: аппроксимация, интерполяция, экстраполяция. Интерполяционные полиномы Лагранжа, Ньютона. Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов. Математическая обработка данных в MATLAB.

Темы лекций:

1. Постановка задач аппроксимации, интерполяции и экстраполяции. Язык MATLAB. Интерполяционный полином Лагранжа. Интерполяционный полином Ньютона. Формулы для интерполирования «вперед» и «назад». Конечные и разделенные разности.
2. Интерполяция сплайнами. Интерполяционный кубический сплайн. Наилучшее среднеквадратическое приближение. Метод наименьших квадратов (МНК): общая постановка задачи, МНК со степенным базисом.
3. Интерполяция данных в MATLAB: interp1(), interp2(), interpn(), spline(). Аппроксимация данных в MATLAB: polyfit(), fit(). Подбор кривой заданного вида. Основы использования Curve Fitting Toolbox.

Названия лабораторных работ:

1. Методы восстановления функции одной переменной (8 часов).

Раздел 3. Теория численного дифференцирования – 8 часов.

Постановка и корректность задачи численного дифференцирования. Основные понятия теории разностных схем: сеточная функция, аппроксимация дифференциальных операторов, корректность разностных схем, аппроксимация и сходимость. Конечно-разностные формулы. Дифференциальные уравнения в частных производных. Метод конечных разностей. Реализация символьного и численного дифференцирования в MATLAB.

Темы лекций:

1. Постановка и корректность задачи численного дифференцирования. Основные понятия теории разностных схем: сеточная функция, аппроксимация дифференциальных операторов, корректность разностных схем, аппроксимация и сходимость.
2. Вывод формул численного дифференцирования. Остаточные члены простейших формул численного дифференцирования.
3. Остаточные члены простейших формул численного дифференцирования. Оптимизация шага численного дифференцирования при ограниченной точности значений функций.
4. Дифференциальные уравнения в частных производных. Метод конечных разностей. Реализация символьного и численного дифференцирования в MATLAB.

Названия лабораторных работ:

1. Численное дифференцирование (8 часов).
2. Расчет стационарного профиля температуры в пластине методом конечных разностей (10 часов).

Раздел 4. Теория численного интегрирования – 6 часов.

Постановка и корректность задачи численного интегрирования. Классификация методов. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Составные квадратурные формулы на основе интерполяционных полиномов. Интегрирование в MATLAB.

Темы лекций:

1. Задача численного интегрирования. Классификация методов численного интегрирования. Квадратурные формулы прямоугольников.
2. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Составные квадратурные формулы трапеций и Симпсона.
3. Соотношение между формулами прямоугольников, трапеций и Симпсона. Принцип Рунге практического оценивания погрешностей. Численное и символьное интегрирование в MATLAB.

Названия лабораторных работ:

1. Численное интегрирование таблично-заданной функции (10 часов).

Раздел 5. Введение в численные методы решения задачи оптимизации – 2 часа.

Численные методы первого порядка безусловной оптимизации функции многих переменных и их общая схема. Методы градиентного спуска с постоянным и дробным шагом, наискорейшего спуска, координатного спуска и метод Гаусса-Зейделя. Стандартные функции решения задачи оптимизации в MATLAB.

Темы лекций:

1. Постановка задачи оптимизации. Выпуклость и унимодальность. Экстремум и особая точка. Численные методы первого порядка безусловной оптимизации функции многих переменных и их общая схема: Метод градиентного спуска с постоянным и дробным шагом. Метод наискорейшего спуска. Метод координатного спуска и метод Гаусса-Зейделя. Стандартные функции решения задачи оптимизации в MATLAB.

Раздел 6. Математическое моделирование – 6 часов.

Введение и общие положения. Виды моделирования и классификация математических моделей. Источники и классификация погрешностей математического моделирования. Аналитический метод построения моделей технологических объектов. Типовые модели гидродинамики. Математическое описание физико-химических процессов в технологических аппаратах.

Темы лекций:

1. Введение и общие положения. Виды моделирования и классификация математических моделей. Источники и классификация погрешностей математического моделирования.
2. Аналитический метод построения моделей технологических объектов. Типовые модели гидродинамики: идеальное смешение, вытеснение, ячеечная и диффузионная модель.
3. Математическое описание физико-химических процессов в технологических аппаратах. Реактор идеального смешения.

Названия лабораторных работ:

1. Разработка аналитического описания модели технологического аппарата (4 часа).

Раздел 7. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений –8 часов.

Задача Коши. Одношаговые и многошаговые методы решения. Краевая задача. Метод конечных разностей (МКР). Метод «стрельб». Проблема численной устойчивости. Методы решения в MATLAB.

1. Задача Коши. Классификация приближенных методов. Метод изоклин. Метод последовательных приближений. Метод Эйлера – различные подходы к построению.
2. Модификации метода Эйлера, явная неявная схема. Семейство методов Рунге-Кутты. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка. Пошаговый контроль точности методом Кутты-Мерсона.
3. Многошаговые методы Адамса. Методы прогноза и коррекции. Метод Милна.
4. Краевая задача. Метод конечных разностей (МКР). Метод «стрельб». Проблема численной устойчивости. Методы решения дифференциальных уравнений в MATLAB.

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование технологического аппарата в MATLAB (6 часов).
2. Исследование точности вычисления модели технологического аппарата в зависимости от метода и шага решения (6 часов).
3. Реализация модели технологического аппарата в Simulink/MATLAB (4 часа).

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Вержбицкий, Валентин Михайлович. Основы численных методов: учебник / В. М. Вержбицкий. — 3-е изд., стер. — Москва : Высшая школа, 2009. — 841 с.: ил. — Текст : непосредственный.
2. Калиткин, Николай Николаевич. Численные методы : учебник в электронном формате. Кн. 1. Численный анализ / Н. Н. Калиткин, Е. А. Альшина. — Москва : Академия, 2013. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-11.pdf> (дата обращения 12.03.2017). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
3. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н. В. Голубева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 192 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76825> (дата обращения: 03.03.2017). — Режим доступа: для авториз. Пользователей.

Дополнительная литература:

1. Квасов, Б.И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab : учебное пособие / Б.И. Квасов. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 328 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71713> (дата обращения: 03.03.2017). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 176 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/41014> (дата обращения: 03.03.2017). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Горлач, Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация : учебное пособие / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 292 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103190>. — Режим доступа: для авториз. пользователей

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Adobe Acrobat Reader DC;
2. Google Chrome;
3. MathWorks MATLAB Full Suite R2017b;
4. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
5. Notepad++;
6. WinDjView
7. Design Science MathType 6.9 Lite;
8. Zoom Zoom.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634028 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 432	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634028 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 328	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Тумба стационарная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 12 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 340	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.04 «Электроника и автоматика физических установок», специализация «Системы автоматизации физических установок и их элементы» (приема 2017г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ь	ФИО
Доцент		Козин К.А.

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры «Электроника и автоматика физических установок» ФТИ. (протокол от «04» мая 2017 г. №17).

Заведующий кафедрой - руководитель
отделения на правах кафедры, д.т.н.



подпись

А.Г. Горюнов.

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения ядерно-топливного цикла (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	от 31.05.2018 г. № 3
	Изменена система оценивания согласно приказам: – «Положение о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации в ТПУ» (приказ №59/од от 25.07.2018 г.) – «Системы оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете» (приказ №58/од от 25.07.2018 г.)	от 27.08.2018 г. № 3-д
2020/2021 учебный год	Изменены формы документов ООП согласно приказу ТПУ № 127-7/об "Об утверждении форм документов ООП" от 06.05.2020 г.	от 25.06.2020 г. № 28-д