

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШИТР

Д. М. Сонькин

« 25 » _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

Направление подготовки	09.03. 01 Информатика и вычислительная техника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Программирование вычислительных и телекоммуникационных систем		
Специализация	Информационно-коммуникационные технологии		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24	
	Практические занятия	8	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		80	
ИТОГО, ч		144	

Вид промежуточной аттестации

Экзамен

Обеспечивающее подразделение

ОИТ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения на
правах кафедры

Руководитель ООП
Преподаватель

Шерстнев В.С.

Погребной А.В.

Кочегурова Е.А.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся направления 09.03.01. Информатика и вычислительная техника (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	И.ОПК(У)-1.5.	Демонстрирует способность применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК(У)-1.5B1	Владеет опытом теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.
				ОПК(У)-1.5У1	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.
				ОПК(У)-1.5З1	Знает основы высшей математики, физики, основы вычислительной техники и программирования.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Оценивать и контролировать погрешности программных решений и сопоставлять их со стандартными решения в СКМ.	И.ОПК(У)-1.5.
РД 2	Осуществлять алгоритмизацию и программную реализацию типовой инженерной задачи в соответствии заданным численным методом.	И.ОПК(У)-1.5.
РД 3	Выбирать метод численного интегрирования в соответствии с исходными данными и ограничениями на реализацию.	И.ОПК(У)-1.5.
РД 4	Классифицировать тип нелинейного уравнения и выбирать численный метод его решения в соответствии с исходными данными и ограничениями на реализацию.	И.ОПК(У)-1.5.
РД 5	Классифицировать тип задачи линейной алгебры. Выбирать численный метод решения (прямой или итерационный) в соответствии с типом задачи и ограничениями на реализацию.	И.ОПК(У)-1.5.
РД 6	Классифицировать тип дифференциального уравнения и выбирать численный метод решения задачи Коши в соответствии с порядком уравнения и ограничениями на реализацию.	И.ОПК(У)-1.5.
РД 7	Классифицировать задачи аппроксимации данных и выбирать численный метод решения задачи аппроксимации в соответствии с типом задачи и ограничениями на реализацию.	И.ОПК(У)-1.5.

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. Погрешности численных решений	РД 1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Численное интегрирование	РД 3	Лекции	4
	РД 1	Практические занятия	2
	РД 2	Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел 3. Численное решение нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений	РД 4	Лекции	2
	РД 1	Практические занятия	2
	РД 2	Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел 4. Численные методы решения задач линейной алгебры	РД 5	Лекции	6
	РД 1	Практические занятия	2
	РД 2	Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	РД 6	Лекции	4
	РД 1	Лабораторные занятия	6
	РД 2	Самостоятельная работа	10
Раздел 6. Приближение функций и табличных данных	РД 7	Лекции	4
	РД 1	Лабораторные занятия	6
	РД 2	Самостоятельная работа	15

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Погрешности численных решений

История развития численных решений инженерных задач. Принципы построения численных решений инженерных задач. Алгоритмизация вычислительных задач. ППП MathCad, MatLab. Особенности решения задач инженерной математики. Итерационные и прямые методы решения инженерных задач. Показатели эффективности численных методов.

Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие и верные цифры. Погрешности элементарных вычислительных операций: суммы, разности, произведения, частного. Общий подход к оценке погрешностей вычислительных алгоритмов.

Темы лекций:

1. История развития вычислительной математики. Элементы теории погрешностей.

Названия лабораторных работ:

1. Оценка погрешности результата численного решения.

Темы практических занятий:

1. Создание пользовательских программ в СКМ MathCad.

Раздел 2. Численное интегрирование.

Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Формулы прямоугольника, трапеции, Симпсона. Погрешность метода. Принцип Рунге для оценки погрешности интегрирования. Вычисление кратных интегралов. Метод статистических испытаний (Монте-Карло) в задаче численного интегрирования.

Темы лекций:

1. Численное интегрирование. Квадратурные формулы, формулы прямоугольников, трапеций и Симпсона.
2. Погрешность численного интегрирования. Вычисление кратных интегралов. Стохастические методы численного интегрирования.

Названия лабораторных работ:

1. Численное интегрирование: формулы прямоугольников и трапеций.
2. Численное интегрирование: формулы Симпсона. Метод Монте-Карло.

Темы практических занятий:

1. Создание пользовательских программ в среде программирования Python.

Раздел 3. Численное решение нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений.
--

Классификация нелинейных уравнений и систем. Трансцендентные и алгебраические уравнения. Схема решения нелинейного уравнения. Интервальные методы и теорема интервалов. Метод половинного деления, метод хорд, метод касательных, метод простой итерации. Алгоритмизация методов, условия применения, скорость сходимости, геометрическая иллюстрация.

Постановка задачи решения системы нелинейных уравнений и понятие корня системы. Метод простой итерации и метод Ньютона для решения систем нелинейных уравнений. Условия сходимости и вычислительная схема методов.

Темы лекций:

1. Нелинейные уравнения. Общая схема решения нелинейных уравнений. Концепция интервальных методов. Процедуры ППП MathCad для решения уравнений и систем. Составление пользовательских программ в ППП MathCad.
2. Концепция интервальных методов. Методы дихотомии, хорд для решения нелинейных уравнений.
3. Методы простых итераций и Ньютона для решения нелинейных уравнений. Решение систем нелинейных уравнений.

Названия лабораторных работ:

1. Интервальные методы решения нелинейных уравнений.
2. Итерационные методы решения нелинейных уравнений: метод касательных (Ньютона) и метод простых итераций (Якоби).

Темы практических занятий:

1. Изучение состава библиотек и возможностей решения задач численного анализа среды программирования Python.

Раздел 4. Численные методы решения задач линейной алгебры.

Классификация уравнений и систем уравнений. Система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) и задачи, возникающие при анализе СЛАУ. Обусловленность и устойчивость системы. Классификация методов решения СЛАУ. Метод Гаусса - основная идея и схемы реализации (схема единственного деления и с выбором главных элементов). Алгоритмизация метода Гаусса. Задачи теории систем, сопутствующие реализации метода Гаусса: треугольная факторизация матриц, вычисление определителей, вычисление обратной матрицы.

Итерационные методы решения СЛАУ: метод простой итерации и метод Зейделя. Понятие нормы матрицы и число необходимых итераций. Условия сходимости методов. Методика приведения СЛАУ к сходящемуся виду.

Темы лекций:

1. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Основные задачи линейной алгебры. Решение СЛАУ методом Гаусса по схеме единственного деления. Алгоритмизация метода.
2. Решение СЛАУ методом Гаусса с выбором главных элементов. Задачи, сопутствующие реализации метода Гаусса.
3. Концепция и решение СЛАУ итерационными методами. Метод Якоби и метод простых итераций. Сравнительный анализ методов решения СЛАУ.

Названия лабораторных работ:

1. Прямые методы решения СЛАУ: метод Гаусса (схема единственного деления и с выбором главного элемента). Решение задач теории систем, сопутствующих реализации метода Гаусса.
2. Решение СЛАУ итерационными методами.

Темы практических занятий:

1. Изучение графических возможностей среды программирования Python.

Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Классификация дифференциальных уравнений. Задача Коши и методы ее решения. Обусловленность задачи. Методы Рунге-Кутты - основная идея. Порядок точности методов. Области устойчивости. Методы Эйлера, Эйлера-Коши, Рунге-Кутта 4-го порядка. геометрическая иллюстрация и погрешность методов, автоматический выбор шага дискретизации.

Системы линейных дифференциальных уравнений. Задача Коши для системы дифференциальных уравнений и формулы Рунге-Кутты. Решение дифференциальных уравнений n-го порядка. Многошаговые методы решения дифференциальных уравнений.

Темы лекций:

1. Классификация дифференциальных уравнений. Задача Коши и методы ее решения. Методы Рунге-Кутты. Геометрическая иллюстрация и погрешность методов, автоматический выбор шага.
2. Системы линейных дифференциальных уравнений. Задача Коши для системы дифференциальных уравнений и формулы Рунге-Кутты. Решение дифференциальных уравнений n-го порядка.

Названия лабораторных работ:

1. Решение дифференциальных уравнений методами Рунге-Кутты 2-4 порядков.
2. Решение систем дифференциальных уравнений методами Рунге-Кутты.

Раздел 6. Приближение функций и табличных данных.

Классификация задач аппроксимации. Критерий близости. Задача интерполирования. Полиномиальная интерполяция, чебышевские системы. Остаточный член и погрешность полиномиальной интерполяции. Выбор узлов интерполяции. Сплайн-интерполяция. Сглаживание и фильтрация данных. Метод наименьших квадратов. Уравнения регрессии, полиномиальная регрессия. Базисные функции.

Темы лекций:

1. Классификация задач аппроксимации: интерполяция, сглаживание, экстраполяция. Критерии аппроксимации. Показатели эффективности аппроксимации. Полиномиальная интерполяция, сплайн-интерполяция.
2. Сглаживание экспериментальных данных регрессионными уравнениями. Сглаживание экспериментальных данных на основе МНК. Экстраполяция данных.

Названия лабораторных работ:

1. Сплайн-интерполяция табличных функций.
2. Аппроксимация данных на основе метода наименьших квадратов.

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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях и олимпиадах;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Пантелеев, А. В. Численные методы. Практикум : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 512 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-105242-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/652316> (дата обращения: 04.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Маничев, В. Б. Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференциальных и алгебраических уравнений в САЕ-системах САПР : учебное пособие / В. Б. Маничев, В. В. Глазкова, И. А. Кузьмина. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 152 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010366-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/980116> (дата обращения: 04.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Колдаев, В. Д. Численные методы и программирование : учеб. пособие / В.Д. Колдаев ; под ред. проф. Л.Г. Гагариной. — Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2019. — 336 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0779-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1003943> (дата обращения: 04.05.2020). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Зализняк, В.Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учебное пособие для бакалавров / В. Е. Зализняк; Сибирский федеральный университет (СФУ). — 2-е изд., перераб. и доп.. — Москва: Юрайт, 2012. — 357 с.

2. Пирумов, Ульян Гайкович. Численные методы: теория и практика : учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс] / У. Г. Пирумов; Московский авиационный институт (МАИ). — Москва: Юрайт, 2012. — 421 с. — Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2402.pdf>. — Загл. с экрана.)

3. Кочегурова, Е.А. Теория и методы оптимизации: учебное пособие для академического бакалавриата / Е. А. Кочегурова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Москва: Юрайт, 2016. — 134 с.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Кочегурова Е.А. Вычислительная математика: электронный курс [Электронный ресурс]/Е.А. Кочегурова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа информационных технологий и робототехники. — Электрон. дан. — Томск: TPU Moodle, 2015. Режим доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=870>.
2. 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. MathWorks MATLAB Full Suite R2020a;
2. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
3. Mathcad 15 (сетевой ресурс vap.tpu.ru);
4. Python 3.7 (сетевой ресурс vap.tpu.ru);
5. Document Foundation LibreOffice.

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 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 107	Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 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, 108	Учебный комплект на базе промыш.микропроцессорного контроллера Simatic S7--200 - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Компьютер - 15 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г.	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 17 посадочных мест; Компьютер - 15 шт.

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
	Томск, Ленина проспект, д. 2, 109	

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 09.03.01 Информатика и вычислительная техника / Программирование вычислительных и телекоммуникационных систем/ специализация «Информационно-коммуникационные технологии» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ИШИТР		Кочегурова Е.А.

Программа одобрена на заседании Отделения информационных технологий ИШИТР (протокол от «30» мая 2019г. №12).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения
на правах кафедры


подпись

В.С. Шерстнев

Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения информационных технологий (протокол)
2020/2021	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	от 01.09.2020г. № 19