

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ШБИП
Чайковский Д.В.

«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Методы вычислительной математики			
Направление подготовки/специальность	01.03.02		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Прикладная математика и информатика		
Специализация	Прикладная математика и информатика		
Уровень образования	Применение математических методов для решения инженерных и экономических задач		
	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3,4	семестр	6,7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	9		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	48	
	Практические занятия	48	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	128	
Самостоятельная работа, ч		196	
ИТОГО, ч		324	

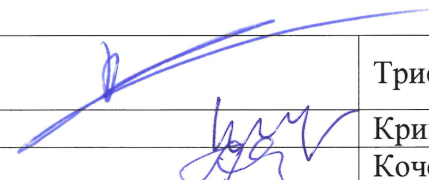
Вид промежуточной аттестации

Экзамен 6
Зачет 7

Обеспечивающее подразделение

ОМИ ШБИП

Заведующий кафедрой -
руководитель Отделения
Руководитель ООП
Преподаватель

	Трифонов А.Ю.
	Крицкий О.Л.
	Кочегуров А.И.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является знакомство студентов с современными методами вычислительной математики, формирования у обучающихся данного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Код результата освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Р3	УК (У)-1.В20	Владеет математической культурой мышления, математической интуицией, способностью к обобщению, анализу поставленной проблемы
			УК (У)-1.В21	Владеет методами оценивания последствий различных решений задачи
			УК (У)-1.У20	Умеет составлять аннотации по результатам поиска информации из первоисточников и исследовательской литературы
			УК (У)-1.У21	Умеет выделять актуальную и практически значимую информацию из анализируемых источников, владеет релевантными методами поиска информации, обладает навыками компаративного анализа информации, полученной из различных источников
			УК (У)-1.320	Знает основные методы, способы и средства поиска, получения, хранения, переработки информации
			УК (У)-1.321	Знает критерии определения достоверности информации
ОПК(У)-2	Способен использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	Р3	ОПК (У)-2.В1	Владеет навыками исследования и построения алгоритмов, вычислительных моделей и моделей данных
			ОПК(У)-2.В2	Владеет навыками применения общих положений математических дисциплин для решения задач в профессиональной области
			ОПК (У)-2.У1	Умеет проводить исследования математических алгоритмов, строить вычислительные модели и модели данных
			ОПК(У)-2.У2	Умеет использовать базовые знания математических дисциплин в области профессиональной деятельности
			ОПК (У)-2.31	Знает методы разработки и исследования алгоритмов, построения вычислительных моделей и моделей данных для решения прикладных задач
			ОПК(У)-2.31	Знает основные разделы математических дисциплин и принципы математического моделирования
ПК(У)-1	Способен работать в составе научно-исследовательского и производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности	Р2	ПК(У)-1.В1	Владеет наукоемкими технологиями и пакетами прикладных программ для решения прикладных задач
			ПК(У)-1.У1	Умеет самостоятельно выбирать эффективные методы решения поставленных задачи разрабатывать новые методы для получения новых научных и прикладных результатов
			ПК (У)-1.31	Знает классические методы, применяемые в прикладной математике и информатике; необходимые и достаточные условия их реализации
ПК(У)-2	Способен осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в других источниках	Р4	ПК(У)-2.В4	Владеет опытом создания аналитических обзоров и списков научной и научно-технической литературы по тематике проводимых исследований
			ПК(У)-2.У4	Умеет создавать презентации научных презентаций
			ПК (У)-2.34	Знает основные методы поиска литературы и оформления библиографии

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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Владеет математической культурой мышления, математической интуицией, способностью к обобщению, анализу поставленной проблемы. Владеет методами оценивания последствий различных решений задачи. Умеет составлять аннотации по результатам поиска информации из первоисточников и исследовательской литературы. Умеет выделять актуальную и практически значимую информацию из анализируемых источников, владеет релевантными методами поиска информации, обладает навыками компаративного анализа информации, полученной из различных источников. Знает основные методы, способы и средства поиска, получения, хранения, переработки информации. Знает критерии определения достоверности информации. Владеет навыками исследования и построения алгоритмов, вычислительных моделей и моделей данных. Владеет навыками применения общих положений математических дисциплин для решения задач в профессиональной области. Умеет проводить исследования математических алгоритмов, строить вычислительные модели и модели данных. Умеет использовать базовые знания математических дисциплин в области профессиональной деятельности. Знает методы разработки и исследования алгоритмов, построения вычислительных моделей и моделей данных для решения прикладных задач. Знает основные разделы математических дисциплин и принципы математического моделирования	УК (У)-1.B20
		УК(У)-1.B21
		УК (У)-1.Y20
		УК(У)-1.Y21
		УК (У)-1.320
		УК(У)-1.321
		ОПК (У)-2.B1
		ОПК(У)-2.B2
		ОПК (У)-2.Y1
РД2	Владеет наукоемкими технологиями и пакетами прикладных программ для решения прикладных задач. Умеет самостоятельно выбирать эффективные методы решения поставленных задачи разрабатывать новые методы для получения новых научных и прикладных результатов. Знает классические методы, применяемые в прикладной математике и информатике; необходимые и достаточные условия их реализации.	ПК(У)-1.B1
		ПК(У)-1.Y1
		ПК (У)-1.31
РД3	Владеет опытом создания аналитических обзоров и списков научной и научно-технической литературы по тематике проводимых исследований. Умеет создавать презентации научных презентаций. Знает основные методы поиска литературы и оформления библиографии	ПК(У)-2.B4
		ПК(У)-2.Y4
		ПК(У)-2.34

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. Общие положения. Интерполирование функций.	РД-1	Лекции	4
	РД-2	Практические занятия	4
	РД-3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 2. Численное решение систем нелинейных уравнений	РД-1	Лекции	6
	РД-2	Практические занятия	6
	РД-3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Численное интегрирование	РД-1	Лекции	6
	РД-2	Практические занятия	6
	РД-3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 4. Численное	РД-1	Лекции	4

дифференцирование	РД-2 РД-3	Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	22
Раздел 5. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	28
Раздел 6. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Краевая задача	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	28
Раздел 7. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	10
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	32
Раздел 8. Методы обработки экспериментальных данных	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Общие положения. Интерполирование функций.

В разделе рассматриваются цели, задачи и структура курса. Методы интерполяции полиномами различной степени.

Темы лекций:

1. Общие Постановка задачи: интерполяция таблично заданных функций. Интерполяция полиномами Лагранжа.
2. Интерполяция кубическими сплайнами.

Темы практических занятий:

1. Задачи интерполяции. Полиномы Лагранжа.
2. Интерполяция кубическими сплайнами.

Темы лабораторных занятий:

1. Приближение функций в математическом пакете Matlab (4 часа).

Раздел 2. Численное решение систем нелинейных уравнений

В разделе рассматриваются методы решения систем нелинейных уравнений. .

Темы лекций:

1. Существование и число решений систем нелинейных уравнений (СНУ). Ряд Тэйлора для функции многих переменных.
2. Метод простых итераций и метод Зейделя для решения СНУ. Применение теоремы Банаха для решения систем нелинейных уравнений.
3. Метод Ньютона. Модификации метода Ньютона: Упрощенный метод Ньютона. Рекурсивный упрощенный метод Ньютона. Метод секущих. Решение нелинейных систем методами спуска.

Темы практических занятий:

1. Алгоритм представление уравнения $F(X) = 0$ в форме $X = \Phi(X)$.
2. Метод простых итераций и метод Зейделя.
3. Метод Ньютона. Модификации метода Ньютона: Упрощенный метод Ньютона.

Темы лабораторных занятий:

1. Исследование численных методов решения систем нелинейных уравнений (4 часа).

Раздел 3. Численное интегрирование

В разделе рассматриваются численные методы интегрирования функций.

Темы лекций:

1. Постановка задачи. Основные определения. Классификация методов численного интегрирования. Квадратурные формулы Ньютона – Котеса.
2. Методы прямоугольников, трапеций и метод Симпсона.
3. Вычисление интегралов с заданной точностью. Правило Рунге оценки погрешности численного интегрирования. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности. Метод Гаусса.

Темы практических занятий:

1. Разработка алгоритмов вычисления определенного интеграла методами прямоугольников и трапеций.
2. Разработка алгоритма вычисления определенного интеграла методом Симпсона.
3. Оценка погрешности вычисления интегралов по правилу Рунге.

Темы лабораторных занятий:

1. Вычисление определенных интегралов методами прямоугольников и трапеций в среде Matlab. Оценка погрешности по правилу Рунге.
2. Вычисление определенных интегралов методами прямоугольников и трапеций в среде Matlab. Оценка погрешности по правилу Рунге.

Раздел 4. Численное дифференцирование
--

В разделе рассматриваются вопросы численного дифференцирования функций.

Темы лекций:

1. Численное дифференцирование путем конечно-разностной аппроксимации производной.
2. Численное дифференцирование с использованием интерполяционного полинома Лагранжа.

Темы практических занятий:

1. Конечно-разностная аппроксимация производной.
2. Применение интерполяционных полиномов Лагранжа.

Темы лабораторных занятий:

1. Численное дифференцирование табличных функций в среде Matlab (4 часа).

Раздел 5. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши

В разделе рассматриваются методы Рунге-Кутты для решения задачи Коши.

Темы лекций:

1. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Задача Коши. Метод Рунге – Кутта первого порядка точности (метод Эйлера). Метод Рунге – Кутта второго и четвертого порядка точности. Правило Рунге оценки погрешности.
2. Решение систем ОДУ первого порядка методом Рунге – Кутта. Численное решение систем ОДУ высших порядков.
3. Многошаговые методы решения задачи Коши. Численное решение «жестких» дифференциальных уравнений.

Темы практических занятий:

1. Применение методов Рунге – Кутта для решения задачи Коши. Правило Рунге оценки погрешности в методах Рунге – Кутта.
2. Решение систем ОДУ первого и более высоких порядков методом Рунге – Кутта.
3. Многошаговые методы решения задачи Коши.

Темы лабораторных занятий:

1. Решение ОДУ методами Рунге-Кутты первого и четвертого порядка (4 часа).

Раздел 6. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Краевая задача
--

В разделе рассматриваются методы решения краевых задач на примере решения ОДУ второго порядка.

Темы лекций:

1. Постановка краевой задачи. Баллистический метод (метод стрельб).
2. Метод конечных разностей (метод сеток).
3. Проекционные методы. Метод коллокаций. Метод Галеркина.

Темы практических занятий:

1. Сведение краевой задачи к задаче Коши. Метод стрельб..
2. Разностная аппроксимация ОДУ. Метод сеток.
3. Проекционные методы решения краевых задач..

Темы лабораторных занятий:

1. Решение ОДУ второго порядка(краевая задача) методами стрельб и сеток (4 часа).

Раздел 7. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных

В разделе рассматриваются вопросы численного решения дифференциальных уравнений в частных производных

Темы лекций:

1. Постановка краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных (ДУЧП). Разностный метод численного решения краевых задач ДУЧП (4 часа).
2. Метод конечных элементов численного решения краевых задач ДУЧП (4 часа).
3. Назначение и функции пакета прикладных программ COMSOL Multiphysics.

Темы практических занятий:

1. Состав пакета прикладных программ COMSOL Multiphysics 3.5a и его возможности для решения дифференциальных уравнений в частных производных (4 часа).
2. Структура базового окна пакета прикладных программ COMSOL Multiphysics 3.5a. Технология работы в ППП COMSOL Multiphysics 3.5a.
3. Разностный метод решения ДУЧП в пакете COMSOL Multiphysics.

Темы лабораторных занятий:

1. Двумерная и трехмерная модели теплопередачи от медного кабеля в простом радиаторе. Руководство быстрого начала работы с COMSOL.
2. Решение системы телеграфных уравнений относительно напряжения и тока для однородной двухпроводной линии.

Раздел 8. . Методы обработки экспериментальных данных
--

В разделе рассматриваются задачи обработки экспериментальных данных и методы их решения на основе построения аппроксимирующих функций.

Темы лекций:

1. Задачи аппроксимации функций. Сглаживание данных. Метод наименьших квадратов.
2. Нахождение приближающей функции в виде линейной функции и квадратичного трехчлена. Нахождение приближающей функции в виде других элементарных функций (классов приближающих функций).
3. Аппроксимация линейной комбинацией функций. Аппроксимация функцией

произвольного вида.

Темы практических занятий:

1. Определение коэффициентов линейного уравнения парной и множественной регрессии методом наименьших квадратов (МНК).
2. Сглаживание и экстраполяция (прогноз) данных на основе аппроксимации скользящими полиномами. (4 часа).

Темы лабораторных занятий:

1. Построение аппроксимирующих функций. Curve Fitting Toolbox Matlab.

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;
- Выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Демидович, Борис Павлович. Основы вычислительной математики : учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. — 7-е изд., стер.. — СПб.: Лань, 2009. — 672 с.: ил. — Текст : непосредственный.
2. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 400 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/537> (дата обращения: 26.02.2017). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Амосов, А.А. Вычислительные методы : учебное пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 672 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/42190> (дата обращения: 26.02.2017). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Поршнев, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие / С.В. Поршнев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 736 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/650> (дата обращения: 26.02.2017). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Hahn, Brian. Essential Matlab for Engineers and Scientists / B. H. Hahn, D. T. Valentine. — Fourth Ed.. — Amsterdam: Elsevier, 2010. — URL:

http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/science_book/Essential%20Matlab.pdf (дата обращения: 26.02.2017) — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

Лицензионные версии программ на сервере программного обеспечения ТПУ
var.tpu.ru (<https://appserver01.main.tpu.ru/RDWeb/Pages/en-US/Default.aspx>)

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

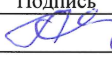
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для лекционных, практических и лабораторных занятий:

№	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, учебный корпус 10, аудитория 307	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий по основным разделам Математики (Математика 1, Математика 2, Математика 3, Математика 4.3, Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей, Математическая статистика, Алгебра и геометрия, Функциональный анализ и др.), курсов вариативной части (Страхование и актуарные расчеты, Численные методы, Многомерные статистические методы, Теория случайных процессов и др.): – Доска аудиторная настенная - 2 шт.; – Комплект учебной мебели на 140 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.; – Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; – Visual C++ Redistributable Package; – MathType 6.9 Lite; – K-Lite Codec Pack; – GNU Lesser General Public License 3; – GNU General Public License 2 with the Classpath Exception; – GNU General Public License 2; – Far Manager; – Chrome.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, учебный корпус 10, аудитория 421	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий по основным разделам Математики (Математика 1, Математика 2, Математика 3, Математика 4.3, Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей, Математическая статистика, Алгебра и геометрия, Функциональный анализ и др.), курсов вариативной части (Страхование и актуарные расчеты, Численные методы, Многомерные статистические методы, Теория случайных процессов и др.): – Доска аудиторная настенная - 2 шт.; – Комплект учебной мебели на 80 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.; – Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; – Visual C++ Redistributable Package;

		– Mozilla Public License 2.0; – K-Lite Codec Pack; – GNU Lesser General Public License 3; – GNU Affero General Public License 3; – Far Manager; – Chrome; – Berkeley Software Distribution License 2-Clause.
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, учебный корпус 10, аудитория 418	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий по основным разделам Математики (Математика 1, Математика 2, Математика 3, Математика 4.3, Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей, Математическая статистика, Алгебра и геометрия, Функциональный анализ и др.), курсов вариативной части (Страхование и актуарные расчеты, Численные методы, Многомерные статистические методы, Теория случайных процессов и др.): – Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.
4.	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, учебный корпус 10, аудитория 427-А	Комплект оборудования для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий по основным разделам Математики (Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей, Математическая статистика, Алгебра и геометрия, Функциональный анализ и др.), курсов вариативной части (Страхование и актуарные расчеты, Численные методы, Многомерные статистические методы, Теория случайных процессов и др.) и программированию: – Доска аудиторная настенная - 1 шт.; – Шкаф для одежды - 1 шт.; – Шкаф для документов - 1 шт.; – Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; – Компьютер - 11 шт.; – Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; – Visual C++ Redistributable Package; – Mozilla Public License 2.0; – GNU Lesser General Public License 3; – GNU Affero General Public License 3; – Chrome; – Berkeley Software Distribution License 2-Clause.

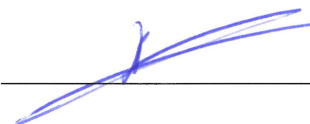
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (приема 2017 г., очная, форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОИТ ИШИТР		Кочегуров А.И.

Программа одобрена на заседании кафедры (протокол № 204 от «26» июня 2017 г.)

Зав.кафедрой – руководитель отделения
д.ф.-м.н., профессор

 /Трифонов А.Ю./