

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

« 7 » 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

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

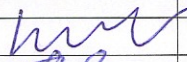
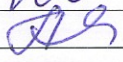
Вид промежуточной
аттестации

Экзамен,
Зачет

Обеспечивающее
подразделение

ОИТ ИШИТР

Заведующий кафедрой -
руководитель ОИТ
на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Шерстнев В.С.
	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	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-2	Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	И.ОПК(У)-2.1	Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики в инженерной деятельности	ОПК(У)-2.1В1	Знает основные определения, понятия и методы теории вероятности и математической статистики
				ОПК(У)-2.1У1	Умеет использовать вероятностные и статистические методы для обработки данных
				ОПК(У)-2.131	Владеет аппаратом математической статистики для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач.
ОПК(У)-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	И.ОПК(У)-3.1	Модифицирует классические решения математической физики для решения задач в области своих профессиональных интересов	ОПК(У)-3.1В1	Владеет применением общих методов решения задач математической физики для решения задач в профессиональной области
				ОПК(У)-3.1У1	Умеет использовать знания о методах решения задач математической физики для решения профессиональных задач
				ОПК(У)-3.131	Знает фундаментальные разделы общей физики для решения задач математической физики в области своих профессиональных интересов
ПК(У)-2	Способен к организации, планированию и осуществлению педагогической деятельности с учетом специфики предметной области в общеобразовательных и профессиональных образовательных организациях	И.ПК(У)-2.1	Предвидит результаты (последствия) личных действий и планирует последовательность шагов для руководства работами	ПК(У)-2.1В1	Имеет опыт разработки и организации выполнения мероприятий по тематическому плану творческого проекта или проектного задания
				ПК(У)-2.1У1	Умеет управлять мотивацией обучающихся при групповом выполнении проектного задания
				ПК(У)-2.131	Знает методы социально-педагогической поддержки обучающихся по программам ВО в образовательной деятельности и профессионально-личностном развитии
ПК(У)-7	Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	И.ПК(У)-7.1	Подбирает и анализирует методы решения поставленной задачи	ПК(У)-7.1В1	Владеет навыками научного исследования и построения алгоритмов, вычислительных моделей и моделей данных
				ПК(У)-7.1У1	Умеет проводить исследования алгоритмов, строить вычислительные модели и модели данных

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ПК(У)-7.131	Знает методы разработки и исследования алгоритмов, построения вычислительных моделей и моделей данных для реализации элементов сервисов систем информационных технологий

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	Знания математических вычислений для решения производственных задач и обоснования выбора эффективных методов проектирования	И.ОПК(У)-2.1 И.ОПК(У)-3.1 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-7.1
РД2	Умение использовать междисциплинарные знания при решении вычислительных задач в различных предметных областях	И.ОПК(У)-2.1 И.ОПК(У)-3.1 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-7.1
РД3	Владение навыками разработки алгоритмов вычислительных задач и реализации этих алгоритмов в математических пакетах	И.ОПК(У)-2.1 И.ОПК(У)-3.1 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-7.1

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.	РД1	Лекции	4
	РД2	Практические занятия	4
	РД3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 2. Численное решение систем нелинейных уравнений	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	6
	РД3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Численное интегрирование	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	6
	РД3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 4. Численное дифференцирование	РД1	Лекции	4
	РД2	Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4

	РД3	Самостоятельная работа	22
Раздел 5. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	6
	РД3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	28
Раздел 6. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Краевая задача	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	6
	РД3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	28
Раздел 7. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных	РД1	Лекции	10
	РД2	Практические занятия	10
	РД3	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	32
Раздел 8. Методы обработки экспериментальных данных	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	6
	РД3	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-Кутта 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: 26.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Амосов, А.А. Вычислительные методы : учебное пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченкова. — 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: 26.02.2020). — 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: 26.02.2020). — 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: 26.02.2020) — 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
vap.tpu.ru (<https://appserver01.main.tpu.ru/RDWeb/Pages/en-US/Default.aspx>)

Ключевые слова «методы вычислительной математики» позволяют выйти на публикации, связанные с современными подходами к этой области знаний, к попыткам сформировать теоретические основы семантического и прагматического аспектов понятия информации.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

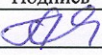
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для лекционных, практических и лабораторных занятий:

№	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.

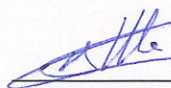
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (приема 2020 г., очная, форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОИТ ИШИТР		Кочегуров А.И.

Программа одобрена на заседании отделения (протокол № 18/д от 24.06.2020 г.).

Заведующий кафедрой - руководитель ОИТ
на правах кафедры, к.т.н.



/Шерстнёв В.С./