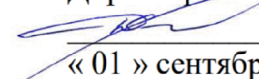


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИИИТР

 Д.М. Сонькин  
« 01 » сентября 2020 г.

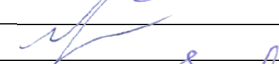
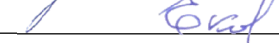
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2017 г.**

**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ**

|                                                      |                                                     |            |          |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------|----------|
| Направление подготовки                               | <b>09.03.02 Информационные системы и технологии</b> |            |          |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | <b>Информационные системы и технологии</b>          |            |          |
| Специализация                                        | Геоинформационные системы                           |            |          |
| Уровень образования                                  | высшее образование - бакалавриат                    |            |          |
| Курс                                                 | <b>2</b>                                            | семестр    | <b>4</b> |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)          | <b>3</b>                                            |            |          |
| Виды учебной деятельности                            | Временной ресурс                                    |            |          |
| Контактная (аудиторная) работа, ч                    | Лекции                                              | <b>24</b>  |          |
|                                                      | Практические занятия                                | <b>8</b>   |          |
|                                                      | Лабораторные занятия                                | <b>24</b>  |          |
|                                                      | ВСЕГО                                               | <b>48</b>  |          |
| Самостоятельная работа, ч                            |                                                     | <b>60</b>  |          |
| ИТОГО, ч                                             |                                                     | <b>108</b> |          |

| Вид промежуточной аттестации | Зачет | Обеспечивающее подразделение | ОИТ |
|------------------------------|-------|------------------------------|-----|
|------------------------------|-------|------------------------------|-----|

|                                                                                                           |                                                                                      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Заведующий кафедрой -<br>руководитель отделения на<br>правах кафедры<br>Руководитель ООП<br>Преподаватель |  | Шерстнев В.С.   |
|                                                                                                           |  | Цапко И.В.      |
|                                                                                                           |  | Кочегурова Е.А. |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                       | Результаты освоения ООП | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                      |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                                |                         | Код                                                         | Наименование                                                                                         |
| ОПК(У)-2        | Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | Р1                      | ОПК(У)-2.В10                                                | Владеет опытом применения численных методов при решении профессиональных задач повышенной сложности. |
|                 |                                                                                                                                                                                                                |                         | ОПК(У)-2.У12                                                | Умеет адаптировать численные методы при решении профессиональных задач повышенной сложности.         |
|                 |                                                                                                                                                                                                                |                         | ОПК(У)-2.314                                                | Знает основные алгоритмы типовых численных методов решения инженерных и математических задач         |

## 2. Место дисциплины 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<br>достижения<br>компетенции |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                          |                                        |
| РД 1                                          | Выбирать способы оценки погрешности численных алгоритмов и приближенных решений инженерных задач                      | ОПК(У)-2                               |
| РД 2                                          | Классифицировать инженерную задачу в соответствии с основными классами математических задач.                          | ОПК(У)-2                               |
| РД 3                                          | Выбирать метод численного решения инженерной задачи в соответствии с исходными данными и ограничениями на реализацию. | ОПК(У)-2                               |
| РД 4                                          | Осуществлять переход от содержательной постановки инженерной задачи к ее математической модели.                       | ОПК(У)-2                               |

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. Оценка погрешностей приближенного решения инженерной задачи       | РД 1                                         | Лекции                    | 4                 |
|                                                                             |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                             |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |
| Раздел 2. Приближенное решение задачи численного интегрирования             | РД1-РД4                                      | Лекции                    | 4                 |
|                                                                             |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                             |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |
| Раздел 3. Приближенное решение уравнений (алгебраических и трансцендентных) | РД1-РД4                                      | Лекции                    | 2                 |
|                                                                             |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                             |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |
| Раздел 4. Приближенное решение                                              | РД1-РД4                                      | Лекции                    | 6                 |

|                                                    |         |                        |           |
|----------------------------------------------------|---------|------------------------|-----------|
| систем уравнений (линейных и алгебраических)       |         | Лабораторные занятия   | <b>6</b>  |
|                                                    |         | Самостоятельная работа | <b>10</b> |
| Раздел 5. Приближенное решение задачи Коши         | РД1-РД4 | Лекции                 | <b>4</b>  |
|                                                    |         | Лабораторные занятия   | <b>4</b>  |
|                                                    |         | Самостоятельная работа | <b>10</b> |
| Раздел 6. Аппроксимация функций и табличных данных | РД1-РД4 | Лекции                 | <b>4</b>  |
|                                                    |         | Лабораторные занятия   | <b>4</b>  |
|                                                    |         | Самостоятельная работа | <b>10</b> |

Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1. Оценка погрешностей приближенного решения инженерной задачи.**

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. Значение 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.

**Раздел 2. Приближенное решение задачи численного интегрирования.**

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.

**Раздел 3. Приближенное решение уравнений (алгебраических и трансцендентных).**

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).

|                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 4. Приближенное решение систем уравнений (линейных и алгебраических).</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|

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.

|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| <b>Раздел 5. Приближенное решение задачи Коши.</b> |
|----------------------------------------------------|

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- Кутта.

### **Раздел 6. Аппроксимация 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-интерполяции.
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**

#### **Основная литература**

1. Денежкина, И. Е. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Численные методы" для специальности 061800 - "Математические методы в экономике" [Электронный ресурс] / И. Е. Денежкина. - Москва : Финансовая академия, 2004. - 22 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/497494> (дата обращения: 11.02.2017). – Режим доступа: по подписке.

2. Амосов, А. А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] / Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченкова Н. В. — 4-е изд. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=42190](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42190). — Загл. с экрана.

3. Калиткин, Н. Н. Численные методы: Учебное пособие / Калиткин Н.Н., - 2-е изд., исправленное. - СПб:БХВ-Петербург, 2015. - 587 с. ISBN 978-5-9775-2575-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/944508> (дата обращения: 11.02.2017). – Режим доступа: по подписке..

#### **Дополнительная литература**

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: 11.02.2017). – Режим доступа: по подписке.

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

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=3132>.

### Используемое лицензионное программное обеспечение

1. PTC Mathcad 15 Academic Floating.

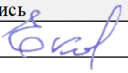
## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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                       | Компьютер - 1 шт.;<br>Проектор - 2 шт.<br>Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест;                    |
| 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 | Доска аудиторная настенная - 1 шт.;<br>Компьютер - 15 шт.<br>Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; |
| 3. | 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, 109 | Компьютер - 16 шт.<br>Доска аудиторная настенная - 1 шт.;<br>Комплект учебной мебели на 17 посадочных мест; |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии, специализация «Геоинформационные системы» (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность    | Подпись                                                                           | ФИО             |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Доцент ИШИТР |  | Кочегурова Е.А. |
|              |                                                                                   |                 |

Программа одобрена на заседании кафедры Автоматики и компьютерных систем (протокол от «23» июня 2017г. № 9).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения  
на правах кафедры

 / В.С. Шерстнев