

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Вычислительная математика**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **27.03.03 Системный анализ и управление**

Направленность (профиль): **Системный анализ и управление в информационных технологиях**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**

Кафедра: **МиСА, Кафедра моделирования и системного анализа**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности   | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|-----------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                      | 36        | 36    | часов   |
| 2 | Лабораторные занятия        | 36        | 36    | часов   |
| 3 | Всего аудиторных занятий    | 72        | 72    | часов   |
| 4 | Самостоятельная работа      | 72        | 72    | часов   |
| 5 | Всего (без экзамена)        | 144       | 144   | часов   |
| 6 | Подготовка и сдача экзамена | 36        | 36    | часов   |
| 7 | Общая трудоемкость          | 180       | 180   | часов   |
|   |                             | 5.0       | 5.0   | З.Е     |

Экзамен: 2 семестр

Томск 2017

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.03 Системный анализ и управление, утвержденного 2015-03-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол №\_\_\_\_\_.

Разработчики:

ассистент каф. МиСА \_\_\_\_\_ Кочергин М. И.

Заведующий обеспечивающей каф.  
МиСА

\_\_\_\_\_ Дмитриев В. М.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФВС \_\_\_\_\_ Козлова Л. А.

Заведующий выпускающей каф.  
МиСА

\_\_\_\_\_ Дмитриев В. М.

Эксперты:

доцент каф. МиСА ТУСУР \_\_\_\_\_ Ганджа Т. В.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение теории погрешностей, методов интерполяции и аппроксимации, численного дифференцирования и интегрирования, методов решения линейных и нелинейных уравнений, методов оптимизации функции одной переменной.

### 1.2. Задачи дисциплины

- Научить студентов решать практические задачи с использованием ЭВМ.
- Научить студентов производить анализ погрешностей.
- Научить студентов выбирать для решения эффективные численные методы.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Вычислительная математика» (Б1.В.ОД.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Пакеты прикладных программ MathCad, Пакеты прикладных программ MathLab.

Последующими дисциплинами являются: Теоретические основы электротехники и электроника, Теория автоматического управления, Теория и технология программирования.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук;

– ОПК-3 способностью представлять современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** терминологию, основные понятия и определения вычислительной математики; особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ; методы оценки погрешности вычислительных методов и алгоритмов; методы аппроксимации и интерполяции функций; методы решения систем линейных алгебраических уравнений; методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений; методы дифференцирования и интегрирования функций; методы осуществления преобразования Фурье; методы условной и безусловной оптимизации.

– **уметь** правильно выбирать численный метод для решения конкретной задачи; использовать математические методы для решения задач управления и автоматизации; строить алгоритмы реализации численных методов решения прикладных задач; осуществлять расчет и анализ погрешностей численного метода; решать задачи вычислительной математики с применением пакетов для научных и инженерных расчетов.

– **владеть** навыками разработки алгоритмов для реализации методов вычислительной математики; навыками использования инструментальных средств систем компьютерной математики; навыками решения практических задач с использованием методов вычислительной математики; методикой построения, анализа и применения численных моделей в профессиональной деятельности.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности  | Всего часов | Семестры  |
|----------------------------|-------------|-----------|
|                            |             | 2 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 72          | 72        |
| Лекции                     | 36          | 36        |

|  |     |     |
|--|-----|-----|
| Лабораторные занятия                       | 36  | 36  |
| Самостоятельная работа (всего)             | 72  | 72  |
| Подготовка к контрольным работам           | 8   | 8   |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 36  | 36  |
| Проработка лекционного материала           | 28  | 28  |
| Всего (без экзамена)                       | 144 | 144 |
| Подготовка и сдача экзамена                | 36  | 36  |
| Общая трудоемкость час                     | 180 | 180 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости              | 5.0 | 5.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| № | Названия разделов дисциплины   | Лекции | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов<br>(без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--|--------|---------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Введение в вычислительную математику. Системы компьютерной математики. | 4      | 4                   | 14                     | 22                            | ОПК-3                   |
| 2 | Вычисление погрешностей.   | 2      | 0                   | 2                      | 4                             | ОПК-3                   |
| 3 | Численное решение нелинейных уравнений с одной переменной.             | 4      | 4                   | 6                      | 14                            | ОПК-1                   |
| 4 | Решение систем линейных алгебраических уравнений.                      | 4      | 4                   | 10                     | 18                            | ОПК-1                   |
| 5 | Решение систем нелинейных уравнений.                                   | 4      | 4                   | 6                      | 14                            | ОПК-1                   |
| 6 | Аппроксимация и интерполяция функций.                                  | 6      | 8                   | 12                     | 26                            | ОПК-1                   |
| 7 | Численное дифференцирование и интегрирование.                          | 4      | 4                   | 10                     | 18                            | ОПК-1                   |
| 8 | Численные методы оптимизации.  | 4      | 4                   | 6                      | 14                            | ОПК-1                   |
| 9 | Преобразование Фурье.  | 4      | 4                   | 6                      | 14                            | ОПК-1                   |
|   | Итого  | 36     | 36                  | 72                     | 144                           |                         |

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов  | Содержание разделов дисциплины по лекциям  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр  |  |                 |                         |
| 1 Введение в вычислительную математику. Системы компьютерной математики. | Предмет вычислительной математики, её роль в исследовании сложных математических моделей. Примеры реальных процессов, математическое описание которых приводит к необходимости применения вычислительной математики. Система компьютерной математики MATLAB: язык, особенности, возможности.   | 4               | ОПК-3                   |
|  | Итого  | 4               |                         |
| 2 Вычисление погрешностей.   | Проблема погрешностей в вычислительной математике. Погрешность модели, алгоритма, входных данных, вычислительного процесса. Источники и классификация погрешностей. Относительная и абсолютная погрешности. Верные цифры числа. Связь относительной погрешности с количеством верных знаков числа. Погрешность суммы, разности, произведения, частного, степени. | 2               | ОПК-3                   |
|  | Итого  | 2               |                         |
| 3 Численное решение нелинейных уравнений с одной переменной.             | Постановка задачи приближенного решения нелинейного уравнения. Локализация корней. Методы нахождения корней: половинного деления (дихотомии), Ньютона (касательных), хорд, простой итерации. Геометрические иллюстрации методов. Условия сходимости итерационных процедур. Приведение уравнения к итерационному виду.  | 4               | ОПК-1                   |
|  | Итого  | 4               |                         |
| 4 Решение систем линейных алгебраических уравнений.                      | Обусловленность и устойчивость систем. Классификация методов решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Прямые методы решения СЛАУ: метод Гаусса, метод Крамера. Итерационные методы решения СЛАУ: метод   | 4               | ОПК-1                   |

|   |  |   |       |
|---|--|---|-------|
|   | прогонки, метод простой итерации, метод Зейделя. Сходимость итерационных процессов. Погрешности итерационных процессов. Вычисление определителей, вычисление обратной матрицы.   |   |       |
|   | Итого  | 4 |       |
| 5 Решение систем нелинейных уравнений.          | Численные методы решения систем нелинейных уравнений: метод простой итерации, метод Зейделя, метод Ньютона. Геометрические иллюстрации методов. Условия сходимости итерационных процедур.  | 4 | ОПК-1 |
|   | Итого  | 4 |       |
| 6 Аппроксимация и интерполяция функций.         | Постановка задачи. Полиномиальная интерполяция, многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяции. Минимизация погрешности. Интерполяционная формула Ньютона для равномерной сетки. Формула Ньютона для неравномерной сетки. Интерполирование функции сплайнами. Регрессионный анализ данных. Метод наименьших квадратов.   | 6 | ОПК-1 |
|   | Итого  | 6 |       |
| 7 Численное дифференцирование и интегрирование. | Постановка задачи численного дифференцирования. Простейшие формулы численного дифференцирования: вычисление первой производной, вычисление второй производной. Погрешности дифференцирования. Постановка задачи численного интегрирования. Понятие о квадратурных формулах. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона (парабол), Монте-Карло. Погрешность квадратурных формул. | 4 | ОПК-1 |
|   | Итого  | 4 |       |
| 8 Численные методы оптимизации.                 | Постановка задачи одномерной оптимизации. Поиск минимума методом половинного деления, методом золотого сечения, методом чисел Фибоначчи. Постановка задачи многомерной оптимизации. Поиск минимума функции многих переменных методом покоординатного спуска, градиентным методом. Оптимизация с ограничениями. Прямые методы оптимизации. Допустимые направления и выделение     | 4 | ОПК-1 |

|                         |   |    |       |
|-------------------------|---|----|-------|
|                         | ограничений. Необходимые условия оптимальности. Геометрическая интерпретация условий.   |    |       |
|                         | Итого   | 4  |       |
| 9 Преобразование Фурье. | Разложение периодических функций в ряд Фурье. Преобразование Фурье, дискретное преобразование Фурье. Эффект Гиббса. Спектральный анализ дискретных функций конечной длительности. Быстрое преобразование Фурье. | 4  | ОПК-1 |
|                         | Итого   | 4  |       |
| Итого за семестр        |   | 36 |       |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| №                         | Наименование дисциплин                            | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                           |   | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Предшествующие дисциплины |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                         | Математика  |   |   | + | + | + | + | + | + |   |
| 2                         | Пакеты прикладных программ MathCad                | +   | + |   |   |   | + |   | + |   |
| 3                         | Пакеты прикладных программ MathLab                | +   | + |   |   |   | + |   | + |   |
| Последующие дисциплины    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                         | Теоретические основы электротехники и электроника |   | + |   | + | + |   |   |   |   |
| 2                         | Теория автоматического управления                 | +   |   |   | + | + |   |   |   |   |
| 3                         | Теория и технология программирования              | +   | + | + | + | + | + | + | + | + |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

|  | Виды занятий | Формы контроля |
|--|--------------|----------------|
|--|--------------|----------------|

| Компетенции | Лекции | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |  |
|-------------|--------|----------------------|------------------------|--|
| ОПК-1       | +      | +                    | +                      | Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях |
| ОПК-3       | +      | +                    | +                      | Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях                     |

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

### 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов  | Содержание лабораторных работ   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|---|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр  |   |                 |                         |
| 1 Введение в вычислительную математику. Системы компьютерной математики. | Знакомство с математическим пакетом MATLAB. Знакомство с интерфейсом, типами данных, элементарными функциями, синтаксисом языка MATLAB. Задание пользовательских функций. Визуализация вычислений.  | 4               | ОПК-3                   |
|  | Итого   | 4               |                         |
| 3 Численное решение нелинейных уравнений с одной переменной.             | Графическое отделение корней уравнения. Реализация алгоритма численного отделения корней и методов уточнения корней на языке MATLAB: половинного деления, простых итераций, Ньютона. Приведение функцию к итерационному виду. Оценка погрешностей решения. Решение уравнения встроенными функциями MATLAB. Сравнение результатов решения. | 4               | ОПК-1                   |
|  | Итого   | 4               |                         |



|   |  |   |       |
|---|--|---|-------|
| 4 Решение систем линейных алгебраических уравнений. | Реализация методов решения систем линейных алгебраических уравнений на языке MATLAB: Гаусса, Крамера, простых итераций, Зейделя. Оценка погрешностей решения. Решение системы линейных уравнений встроенными функциями MATLAB. Сравнение результатов решения.            | 4 | ОПК-1 |
|   | Итого  | 4 |       |
| 5 Решение систем нелинейных уравнений.              | Реализация методов решения систем нелинейных уравнений на языке MATLAB: простых итераций, Зейделя, Ньютона. Оценка погрешностей решения. Решение системы нелинейных уравнений встроенными функциями MATLAB. Сравнение результатов решения.                               | 4 | ОПК-1 |
|   | Итого  | 4 |       |
| 6 Аппроксимация и интерполяция функций.             | Реализация процедуры приближения функции с помощью полиномов Лагранжа и Ньютона на языке MATLAB. Приближение функции сплайнами. Использование встроенных функций MATLAB, сравнение результатов.  | 4 | ОПК-1 |
|   | Регрессионный анализ: нахождение коэффициентов линейной, гиперболической, квадратичной, показательной, экспоненциальной регрессий.   | 4 |       |
|   | Итого  | 8 |       |
| 7 Численное дифференцирование и интегрирование.     | Численное дифференцирование в MATLAB. Реализация алгоритмов численного интегрирования на языке MATLAB: левых и правых прямоугольников, трапеций, Симпсона, Монте-Карло. Использование встроенных функций MATLAB. Оценка погрешностей вычислений и сравнение результатов. | 4 | ОПК-1 |
| 8 Численные методы оптимизации.                     | Итого  | 4 | ОПК-1 |
|   | Реализация методов одномерной оптимизации на языке MATLAB: половинного деления, золотого сечения, чисел Фибоначчи. Использование встроенных функций MATLAB. Оценка погрешностей вычислений и сравнение результатов.  | 4 |       |
| Итого   | Итого  | 4 |       |
| 9 Преобразование Фурье.                             | Спектральный анализ дискретных   | 4 | ОПК-1 |

|                  |  |    |  |
|------------------|--|----|--|
|                  | функций конечной длительности в MATLAB. Быстрое преобразование Фурье в MATLAB. |    |  |
|                  | Итого  | 4  |  |
| Итого за семестр |  | 36 |  |

### 8. Практические занятия

Не предусмотрено РУП

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов  | Виды самостоятельной работы                | Трудоемкость ч | Формируемые компетенции | Формы контроля                                       |
|--|--|----------------|-------------------------|--|
| 2 семестр  |  |                |                         |  |
| 1 Введение в вычислительную математику. Системы компьютерной математики. | Проработка лекционного материала           | 8              | ОПК-3                   | Защита отчета, Опрос на занятиях                     |
|  | Проработка лекционного материала           | 2              |                         |  |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4              |                         |  |
|  | Итого                                      | 14             |                         |  |
| 2 Вычисление погрешностей.   | Проработка лекционного материала           | 2              | ОПК-3                   | Опрос на занятиях                                    |
|  | Итого                                      | 2              |                         |  |
| 3 Численное решение нелинейных уравнений с одной переменной.             | Проработка лекционного материала           | 2              | ОПК-1                   | Защита отчета, Опрос на занятиях                     |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4              |                         |  |
|  | Итого                                      | 6              |                         |  |
| 4 Решение систем линейных алгебраических уравнений.                      | Проработка лекционного материала           | 2              | ОПК-1                   | Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4              |                         |  |
|  | Подготовка к контрольным работам           | 4              |                         |  |
|  | Итого                                      | 10             |                         |  |
| 5 Решение систем нелинейных уравнений.                                   | Проработка лекционного материала           | 2              | ОПК-1                   | Защита отчета, Опрос на занятиях                     |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4              |                         |  |
|  | Итого                                      | 6              |                         |  |

|   |  |     |       |   |
|---|--|-----|-------|---|
| 6 Аппроксимация и интерполяция функций.         | Проработка лекционного материала           | 4   | ОПК-1 | Защита отчета, Опрос на занятиях  |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8   |       |   |
|   | Итого                                      | 12  |       |   |
| 7 Численное дифференцирование и интегрирование. | Проработка лекционного материала           | 2   | ОПК-1 | Защита отчета, Компонент своевременности, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4   |       |   |
|   | Подготовка к контрольным работам           | 4   |       |   |
|   | Итого                                      | 10  |       |   |
| 8 Численные методы оптимизации.                 | Проработка лекционного материала           | 2   | ОПК-1 | Защита отчета, Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе                     |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4   |       |   |
|   | Итого                                      | 6   |       |   |
| 9 Преобразование Фурье.                         | Проработка лекционного материала           | 2   | ОПК-1 | Защита отчета, Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе                     |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4   |       |   |
|   | Итого                                      | 6   |       |   |
| Итого за семестр                                |  | 72  |       |   |
|   | Подготовка к экзамену                      | 36  |       | Экзамен   |
| Итого   |  | 108 |       |   |

### 9.1. Вопросы на проработку лекционного материала

1. История возникновения и развития методов математики, численных методов решения уравнений и систем уравнений
2. История возникновения и развития методов аппроксимации, интерполяции, экстраполяции, приближения функций
3. История возникновения и развития методов численного дифференцирования и интегрирования

### 9.2. Темы контрольных работ

4. Нахождение корней уравнений с одной переменной методом простой итерации.
5. Нахождение корней уравнений с одной переменной методом Ньютона.
6. Решение СЛАУ методом Гаусса.
7. Решение СЛАУ методом Крамера.

### 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на | Всего за семестр |
|-------------------------------|--|---|--|------------------|
|-------------------------------|--|---|--|------------------|

|                              |    |    |                |     |
|------------------------------|----|----|----------------|-----|
|                              |    |    | конец семестра |     |
| 2 семестр                    |    |    |                |     |
| Защита отчета                | 10 | 10 | 10             | 30  |
| Компонент своевременности    | 4  | 4  | 3              | 11  |
| Контрольная работа           | 5  | 5  |                | 10  |
| Опрос на занятиях            | 3  | 3  | 2              | 8   |
| Отчет по лабораторной работе | 4  | 4  | 3              | 11  |
| Итого максимум за период     | 26 | 26 | 18             | 70  |
| Экзамен                      |    |    |                | 30  |
| Нарастающим итогом           | 26 | 52 | 70             | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3      |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 2      |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)                         | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)           |
|--------------------------------------|--|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)                | 90 - 100   | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)                 | 85 - 89  | B (очень хорошо)        |
|                                      | 75 - 84  | C (хорошо)              |
|                                      | 70 - 74  | D (удовлетворительно)   |
| 65 - 69                              |  |                         |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 60 - 64  | E (посредственно)       |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Вычислительная математика / Учебное пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Кафедра моделирования и системного анализа, 2014. – 83 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5592>, свободный.
2. Зариковская Н.В. Прикладная информатика. Учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2012. -

93 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/4641>, свободный.

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики: Учебное пособие. – СПб.: Издательство "Лань", 2011. – 672 с. [Электронный ресурс]. - <https://e.lanbook.com/book/2025>

### **12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение**

1. Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Вычислительная математика / Методические рекомендации к практическим занятиям – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Кафедра моделирования и системного анализа, 2014. – 65 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5367>, свободный.

2. Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Вычислительная математика / Методические указания по самостоятельной работе – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Кафедра моделирования и системного анализа, 2014. – 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5369>, свободный.

3. Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Вычислительная математика / Методические рекомендации к лабораторным работам – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Кафедра моделирования и системного анализа, 2014. – 77 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5363>, свободный.

### **12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. не требуются

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

наличие проектора для проведения лекционных занятий, наличие персональных компьютеров с установленным программным обеспечением (MatLAB).

### **14. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

### **15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Без рекомендаций.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Вычислительная математика**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **27.03.03 Системный анализ и управление**

Направленность (профиль): **Системный анализ и управление в информационных технологиях**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**

Кафедра: **МиСА, Кафедра моделирования и системного анализа**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

– ассистент каф. МиСА Кочергин М. И.

Экзамен: 2 семестр

Томск 2017

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код   | Формулировка компетенции  | Этапы формирования компетенций   |
|-------|---|--|
| ОПК-3 | способностью представлять современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики  | Должен знать терминологию, основные понятия и определения вычислительной математики; особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ; методы оценки погрешности вычислительных методов и алгоритмов; методы аппроксимации и интерполяции функций; методы решения систем линейных алгебраических уравнений; методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений; методы дифференцирования и интегрирования функций; методы осуществления преобразования Фурье; методы условной и безусловной оптимизации.; Должен уметь правильно выбирать численный метод для решения конкретной задачи; использовать математические методы для решения задач управления и автоматизации; строить алгоритмы реализации численных методов решения прикладных задач; осуществлять расчет и анализ погрешностей численного метода; решать задачи вычислительной математики с применением пакетов для научных и инженерных расчетов.; Должен владеть навыками разработки алгоритмов для реализации методов вычислительной математики; навыками использования инструментальных средств систем компьютерной математики; навыками решения практических задач с использованием методов вычислительной математики; методикой построения, анализа и применения численных моделей в профессиональной деятельности.; |
| ОПК-1 | готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук |  |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и | Знать | Уметь | Владеть |
|--------------|-------|-------|---------|
|--------------|-------|-------|---------|

|                                       |   |   |  |
|---------------------------------------|---|---|--|
| критерии                              |   |   |  |
| Отлично (высокий уровень)             | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы   |
| Хорошо (базовый уровень)              | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области                                   | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования  | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями   | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач  | Работает при прямом наблюдении   |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: способностью представлять современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|----------------------------------|---|---|--|
| Содержание этапов                | терминологию, основные понятия и определения вычислительной математики; историю возникновения и развития методов математики, численных методов            | правильно выбирать численный метод для решения конкретной задачи; решать задачи вычислительной математики с применением пакетов для научных и инженерных расчетов | навыками использования инструментальных средств систем компьютерной математики; способностью представлять и описывать современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов математики |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> <li>Подготовка к экзамену;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> <li>Подготовка к экзамену;</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>   |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>  |



|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Экзамен;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Экзамен;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Экзамен;</li> </ul> |
|--|--|--|--|

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                                | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) терминологию, основные понятия и определения вычислительной математики;</li> <li>• 2) историю возникновения и развития методов математики, численных методов;</li> <li>• 3) особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ;</li> <li>• 4) методы оценки погрешности вычислительных методов и алгоритмов;</li> <li>• 5) критерии выбора наиболее подходящего метода для решения поставленной задачи в рамках дисциплины;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) самостоятельно выбирать подходящий численный метод для решения конкретной задачи;</li> <li>• 2) осуществлять расчет и анализ погрешностей численного метода;</li> <li>• 3) самостоятельно решать задачи вычислительной математики с применением пакетов для научных и инженерных расчетов;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками использования инструментальных средств систем компьютерной математики;</li> <li>• способностью представлять и описывать современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов математики;</li> </ul>     |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать все пункты из уровня «Отлично» за исключением п. 2;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Применять перечисленные умения из уровня «Отлично» при незначительной поддержке преподавателя;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками использования встроенных функций и библиотек инструментальных средств систем компьютерной математики;</li> <li>• способностью частично представлять и описывать научную картину мира на основании известных методов математики;</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать пункты 1, 3, 4 из уровня «Отлично»;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Применять умения из пунктов 1, 3 уровня «Отлично» при поддержке преподавателя;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Владеть навыками уровня «Хорошо» при контроле и поддержке преподавателя;</li> </ul>   |

## 2.2 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов

гуманитарных, экономических и социальных наук.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь   | Владеть   |
|----------------------------------|--|---|---|
| Содержание этапов                | терминологию, основные понятия и определения вычислительной математики; особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ; методы оценки погрешности вычислительных методов и алгоритмов; методы аппроксимации и интерполяции функций; методы решения систем линейных алгебраических уравнений; методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений; методы дифференцирования и интегрирования функций; методы осуществления преобразования Фурье; методы условной и безусловной оптимизации | использовать математические методы для решения задач управления и автоматизации; строить алгоритмы численных методов и методов математики на языке программирования для решения прикладных задач; осуществлять расчет и анализ погрешностей численного метода | навыками разработки алгоритмов для реализации методов вычислительной математики; навыками решения практических задач с использованием методов вычислительной математики; методикой построения, анализа и применения численных моделей в профессиональной деятельности |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> <li>Подготовка к экзамену;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> <li>Подготовка к экзамену;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>  |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>Контрольная работа;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> <li>Экзамен;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Контрольная работа;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> <li>Экзамен;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Экзамен;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>   |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                       | Знать   | Уметь  | Владеть   |
|------------------------------|---|--|---|
| Отлично<br>(высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) терминологию, основные понятия и определения вычислительной математики;</li> <li>• 2) особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ;</li> <li>• 3) методы оценки погрешности вычислительных методов и алгоритмов;</li> <li>• 4) методы аппроксимации функций; метод наименьших квадратов;</li> <li>• 5) методы интерполяции;</li> <li>• 6) методы решения систем линейных алгебраических уравнений;</li> <li>• 7) методы решения нелинейных уравнений с одной переменной;</li> <li>• 8) методы решения систем нелинейных уравнений;</li> <li>• 9) методы дифференцирования и интегрирования функций;</li> <li>• 10) методы осуществления преобразования Фурье;</li> <li>• 11) методы безусловной одномерной оптимизации;</li> <li>• 12) методы поиска минимума функции многих переменных;</li> <li>• 13) методы решения задачи условной оптимизации;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) применять численные методы и методы математики для решения практических задач;</li> <li>• 2) осуществлять расчет и анализ погрешностей численного метода;</li> <li>• 3) решать задачи вычислительной математики с применением пакетов для научных и инженерных расчетов;</li> <li>• 4) решать системы линейных алгебраических уравнений численными методами;</li> <li>• 5) решать системы нелинейных уравнений и нелинейные уравнения с одной переменной численными методами;</li> <li>• 6) производить аппроксимацию и интерполяцию нелинейных функций;</li> <li>• 7) производить численное интегрирование функций;</li> <li>• 8) производить численное преобразование Фурье;</li> <li>• 9) решать задачи одномерной безусловной оптимизации численными методами;</li> <li>• 10) решать задачи многомерной безусловной оптимизации;</li> <li>• 11) решать задачи условной оптимизации;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками разработки алгоритмов для реализации всех изученных методов вычислительной математики;</li> <li>• навыками решения практических задач с использованием методов вычислительной математики;</li> <li>• методикой построения, анализа и применения численных моделей в профессиональной деятельности;</li> </ul> |
| Хорошо (базовый уровень)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать все пункты из уровня «Отлично» за</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Применять перечисленные умения</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками разработки алгоритмов для</li> </ul>  |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | исключением п. 10, 12, 13; по п. 4, 5, 8, 9 знать несколько методов вычислительной математики из пройденных;  | из следующих пунктов уровня «отлично»: 2, 3, по п. 4, 5, 6, 7, 9 – не менее, чем двумя изученными методами, п. 10, 11 – не менее чем одним изученным методом;                   | реализации методов вычислительной математики; <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками решения типовых практических задач с использованием методов вычислительной математики;</li> <li>• методикой построения, анализа и применения численных моделей в профессиональной деятельности при наличии постановки задачи и примерного решения;</li> </ul>   |
| Удовлетворительный (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать пункты 1, 2 из уровня «Отлично», по п. 4, 6, 7, 9, 11 знать не менее одного пройденного метода вычислительной математики;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Применять перечисленные умения из следующих пунктов уровня «отлично»: 4, 5, 6, 7, 9 – не менее чем одним изученным методом;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками разработки алгоритмов для реализации методов вычислительной математики при контроле и поддержке преподавателя;</li> <li>• навыками решения типовых практических задач с использованием методов вычислительной математики при контроле и поддержке преподавателя;</li> <li>• методикой построения, анализа и применения численных моделей в профессиональной деятельности при контроле и поддержке;</li> </ul> |

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### 3.1 Темы опросов на занятиях

- Предмет вычислительной математики, её роль в исследовании математических моделей.
- Расчёт погрешностей.
- Численное решение систем уравнений.
- Аппроксимация и интерполяция функций.
- Численное дифференцирование и интегрирование.
- Численные методы оптимизации.

- История возникновения и развития методов математики, численных методов.

### **3.2 Экзаменационные вопросы**

- Постановка задачи оптимизации. Место численных методов в оптимизации.
- Модель, моделирование, этапы. Место численных методов в моделировании.
- Погрешность. Источники погрешностей, классификация погрешностей.
- Вычислительная погрешность. Погрешность машинных вычислений.
- Общие сведения и термины процедуры решения уравнения (понятие корня, кратности, равносильности уравнений, линейного и алгебраических уравнений, определение процесса решения уравнения).
  - Отделение корней. Метод половинного деления.
  - Метод простой итерации решения уравнений. Метод касательных (Ньютона).
  - Преобразование уравнения к итерационному виду. Условие сходимости итерационного процесса.
  - Метод Гаусса решения СЛАУ. Вычисление определителей.
  - Решение СЛАУ методом простой итерации.
  - Метод Зейделя решения СЛАУ. Свойства нормальных систем уравнений.
  - Метод простых итераций решения систем нелинейных уравнений.
  - Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений.
  - Постановка задачи интерполяции. Экстраполяция. Сплайн-интерполяция.
  - Интерполяционный полином Лагранжа. Погрешность интерполяции.
  - Интерполяционный полином Ньютона для равноотстоящих узлов. Конечные разности.
  - Понятие производной. Численное дифференцирование функций, заданных аналитически.
  - Интегрирование функций, заданных аналитически (методами прямоугольников, трапеций, Симпсона).
  - Вычисление интегралов методом Монте-Карло. Погрешности методов численного интегрирования.
  - Постановка задачи аппроксимации (приближения функции). Метод наименьших квадратов. Виды приближающих функций.
  - Нахождение приближающей функции в виде линейной функции и квадратичного трехчлена.
  - Разложение периодических функций в ряд Фурье. Применение преобразование Фурье, физические аналоги. Дискретное и непрерывное преобразование Фурье.
  - Эффект Гиббса. Спектральный анализ дискретных функций конечной длительности. Быстрое преобразование Фурье.

### **3.3 Темы контрольных работ**

- Решение уравнений и систем уравнений.
- Приближение функций и численное интегрирование.

### **3.4 Темы лабораторных работ**

- Знакомство с математическим пакетом MATLAB
- Решение нелинейных уравнений с одной переменной
- Решение систем линейных алгебраических уравнений
- Решение систем нелинейных уравнений
- Интерполяция функций
- Регрессионный анализ данных
- Численное интегрирование
- Оптимизация функций
- Преобразование Фурье

### **4 Методические материалы**

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие

материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

#### **4.1. Основная литература**

1. Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Вычислительная математика / Учебное пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Кафедра моделирования и системного анализа, 2014. – 83 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5592>, свободный.

2. Зариковская Н.В. Прикладная информатика. Учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2012. - 93 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/4641>, свободный.

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики: Учебное пособие. – СПб.: Издательство "Лань", 2011. – 672 с. [Электронный ресурс]. - <https://e.lanbook.com/book/2025>

#### **4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение**

1. Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Вычислительная математика / Методические рекомендации к практическим занятиям – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Кафедра моделирования и системного анализа, 2014. – 65 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5367>, свободный.

2. Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Вычислительная математика / Методические указания по самостоятельной работе – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Кафедра моделирования и системного анализа, 2014. – 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5369>, свободный.

3. Баранник В.Г., Истигечева Е.В. Вычислительная математика / Методические рекомендации к лабораторным работам – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Кафедра моделирования и системного анализа, 2014. – 77 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5363>, свободный.

#### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. не требуются