

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

Направленность (профиль) / специализация: **Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Кафедра: **автоматизированных систем управления (АСУ)**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности                                | 6 семестр | Всего | Единицы |
|--|-----------|-------|---------|
| Лабораторные занятия                                     | 8         | 8     | часов   |
| Самостоятельная работа                                   | 149       | 149   | часов   |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя    | 12        | 12    | часов   |
| Контрольные работы                                       | 2         | 2     | часов   |
| Подготовка и сдача экзамена                              | 9         | 9     | часов   |
| Общая трудоемкость<br>(включая промежуточную аттестацию) | 180       | 180   | часов   |
|  |           | 5     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр | Количество |
|--------------------------------|---------|------------|
| Экзамен                        | 6       |            |
| Контрольные работы             | 6       | 1          |

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью дисциплины является изучение теоретических методов и освоение практических навыков в использовании численных методов при решении различных математических задач.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение студентами прочных теоретических знаний в области численных методов решения задач поиска нулей функций одной переменной, решения систем линейных и нелинейных уравнений, вычисления собственных чисел и собственных векторов матриц, обращения матриц, интерполирования функций, численного дифференцирования и интегрирования функций, решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений.

2. Получение студентами практических навыков программной реализации изученных численных методов на различных языках высокого уровня.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.О.05.07.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция                             | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|-----------------------------------|---|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                   |   |
| -                                       | -                                 | -   |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                   |   |

|   |  |  |
|---|--|--|
| ОПК-8. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения         | ОПК-8.1. Знает алгоритмические языки программирования, состав и структуру операционных систем, современные среды разработки программного обеспечения                               | Знает современные языки программирования, среды разработки программного обеспечения и специализированные пакеты для численного решения математических задач.   |
|   | ОПК-8.2. Умеет составлять алгоритмы, разрабатывать программы на алгоритмических языках программирования, тестировать работоспособность программы, интегрировать программные модули | Умеет строить алгоритмы реализации численных методов решения прикладных задач; разрабатывать программы, реализующие численные методы.  |
|   | ОПК-8.3. Владеет алгоритмическими языками программирования, навыками отладки и тестирования работоспособности программы  | Владеет навыками написания, отладки и тестирования программ, реализующих численные методы, на языках высокого уровня и в специализированных математических пакетах.  |
| ОПК-9. Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач | ОПК-9.1. Знает классификацию программных средств и возможности их применения для решения практических задач  | Знает особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ; теоретические основы численных методов, погрешности вычислений, устойчивость и сложность алгоритма (по памяти, по времени счета); численные методы линейной алгебры; решение нелинейных уравнений и систем; численное интегрирование и дифференцирование; методы приближения функции; методы решения дифференциальных уравнений; методы решения интегральных уравнений. |
|   | ОПК-9.2. Умеет находить и анализировать техническую документацию по использованию программного средства, использует программные средства для решения конкретной задачи             | Умеет находить описание численных методов решения математических задач, а также документацию к средствам разработки и специализированным математическим пакетам для их программной реализации.   |
|   | ОПК-9.3. Владеет методиками использования программного средства в соответствующем виде для решения конкретной задачи   | Владеет навыками применения базового инструментария численных методов для решения прикладных задач; методикой построения, анализа и применения численных моделей в профессиональной деятельности.  |
| <b>Профессиональные компетенции</b>   |  |  |
| -   | -  | -  |

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности  | Всего часов | Семестры  |
|--|-------------|-----------|
|  |             | 6 семестр |
| <b>Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>           | 22          | 22        |
| Лабораторные занятия   | 8           | 8         |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя                  | 12          | 12        |
| Контрольные работы   | 2           | 2         |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, всего</b>                       | 149         | 149       |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 56          | 56        |
| Подготовка к контрольной работе  | 57          | 57        |
| Подготовка к лабораторной работе                                       | 24          | 24        |
| Написание отчета по лабораторной работе                                | 12          | 12        |
| <b>Подготовка и сдача экзамена</b>                                     | 9           | 9         |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>                                    | 180         | 180       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>                                     | 5           | 5         |

**5. Структура и содержание дисциплины**

**5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности**

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лаб. раб. | Контр. раб. | СРП, ч. | Сам. раб., ч | Всего часов (без промежуточной аттестации) | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|-----------|-------------|---------|--------------|--|-------------------------|
|                                    |           |             |         |              |  |                         |
| <b>6 семестр</b>                   |           |             |         |              |  |                         |

|   |   |   |    |     |     |              |
|---|---|---|----|-----|-----|--------------|
| 1 Погрешности вычислений  | - | 2 | -  | 4   | 6   | ОПК-8, ОПК-9 |
| 2 Корректность и обусловленность вычислительных задач и алгоритмов  | - |   | -  | 5   | 5   | ОПК-8, ОПК-9 |
| 3 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной      | - |   | 2  | 16  | 18  | ОПК-8, ОПК-9 |
| 4 Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений | 4 |   | 4  | 34  | 42  | ОПК-8, ОПК-9 |
| 5 Вычисление собственных значений и собственных векторов матриц     | - |   | -  | 8   | 8   | ОПК-8, ОПК-9 |
| 6 Приближенное решение систем нелинейных уравнений                  | - |   | -  | 8   | 8   | ОПК-8, ОПК-9 |
| 7 Приближение функций   | - |   | 2  | 16  | 18  | ОПК-8, ОПК-9 |
| 8 Численное дифференцирование функций                               | - |   | 2  | 16  | 18  | ОПК-8, ОПК-9 |
| 9 Численное интегрирование функций                                  | 4 |   | 2  | 34  | 40  | ОПК-8, ОПК-9 |
| 10 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений | - |   | -  | 8   | 8   | ОПК-8, ОПК-9 |
| Итого за семестр  | 8 | 2 | 12 | 149 | 171 |              |
| Итого   | 8 | 2 | 12 | 149 | 171 |              |

## 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

| Названия разделов (тем) дисциплины                                 | Содержание разделов (тем) дисциплины  | СРП, ч | Формируемые компетенции |
|--|---|--------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b>   |   |        |                         |
| 1 Погрешности вычислений   | Источники погрешностей. Приближенные числа. Погрешности арифметических действий. Обратная задача теории погрешностей  | 0      | ОПК-8, ОПК-9            |
|  | Итого   | -      |                         |
| 2 Корректность и обусловленность вычислительных задач и алгоритмов | Постановка вычислительной задачи. Обусловленность вычислительной задачи. Корректность вычислительных алгоритмов. Требования к вычислительным алгоритмам           | 0      | ОПК-8, ОПК-9            |
|  | Итого   | -      |                         |
| 3 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной     | Локализация корней. Обусловленность задачи вычисления корня. Метод дихотомии. Метод Ньютона. Метод хорд. Метод итераций. Обусловленность методов вычисления корня | 2      | ОПК-8, ОПК-9            |
|  | Итого   | 2      |                         |

|   |  |   |              |
|---|--|---|--------------|
| 4 Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений | Постановка задачи. Нормы векторов и матриц. Абсолютная и относительная погрешности векторов. Обусловленность задачи решения систем линейных алгебраических. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Итерационные методы решения СЛАУ. Оценка погрешности метода простой итерации и процесса Зейделя. Процесс Зейделя для нормальной системы. Метод прогонки. Решение переопределенной системы линейных уравнений. Вычисление определителей. Вычисление обратной матрицы  | 4 | ОПК-8, ОПК-9 |
|   | Итого  | 4 |              |
| 5 Вычисление собственных значений и собственных векторов матриц     | Постановка задачи. Преобразование подобия. Локализация собственных значений. Обусловленность задачи вычисления собственных значений и собственных векторов. Степенной метод вычисления максимального собственного числа. QR-алгоритм вычисления собственных чисел. Метод обратных итераций вычисления собственных векторов. Метод Данилевского   | 0 | ОПК-8, ОПК-9 |
|   | Итого  | - |              |
| 6 Приближенное решение систем нелинейных уравнений                  | Постановка задачи. Локализация корней. Метод Ньютона. Метод итераций   | 0 | ОПК-8, ОПК-9 |
|   | Итого  | - |              |
| 7 Приближение функций   | Постановка задачи. Интерполяция обобщенными многочленами. Полиномиальная интерполяция. Многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяции. Минимизация оценки погрешности. Интерполяционная формула Ньютона для равномерной сетки. Интерполяционная формула Ньютона для неравномерной сетки. Чувствительность интерполяционного полинома к погрешностям входных данных. Интерполяция с помощью «скользящего» полинома. Кусочно-полиномиальная аппроксимация. Тригонометрическая интерполяция. Приближение сплайнами. Интегральное квадратичное аппроксимирование функций на отрезке. Ортогональные системы функций | 2 | ОПК-8, ОПК-9 |
|   | Итого  | 2 |              |
| 8 Численное дифференцирование функций                               | Простейшие формулы численного дифференцирования. Общий способ получения формул численного дифференцирования. Численное дифференцирование на основе кубических сплайнов. Обусловленность формул численного дифференцирования  | 2 | ОПК-8, ОПК-9 |
|   | Итого  | 2 |              |

|   |   |    |              |
|---|---|----|--------------|
| 9 Численное интегрирование функций                                  | Квадратурные формулы Ньютона—Котеса. Формула трапеций. Формула Симпсона. Квадратурная формула Гаусса. Квадратурная формула Чебышева. Формула прямоугольников. Обусловленность квадратурных формул. Правило Рунге оценки погрешности квадратурных формул | 2  | ОПК-8, ОПК-9 |
|   | Итого   | 2  |              |
| 10 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений | Постановка задачи. Метод Эйлера. Методы Рунге—Кутты. Решение систем дифференциальных уравнений. Решение дифференциального уравнения n-го порядка. Контроль погрешности  | 0  | ОПК-8, ОПК-9 |
|   | Итого   | -  |              |
| Итого за семестр  |   | 12 |              |
| Итого   |   | 12 |              |

### 5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

| № п.п.           | Виды контрольных работ                            | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------|---|-----------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b> |   |                 |                         |
| 1                | Контрольная работа с автоматизированной проверкой | 2               | ОПК-8, ОПК-9            |
| Итого за семестр |   | 2               |                         |
| Итого            |   | 2               |                         |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины                                  | Наименование лабораторных работ  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| <b>6 семестр</b>  |  |                 |                         |
| 4 Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений | Решение уравнений с одной переменной и задач линейной алгебры              | 4               | ОПК-8, ОПК-9            |
|   | Итого  | 4               |                         |
| 9 Численное интегрирование функций                                  | Приближение функций, численное дифференцирование, численное интегрирование | 4               | ОПК-8, ОПК-9            |
|   | Итого  | 4               |                         |
| Итого за семестр  |  | 8               |                         |
| Итого   |  | 8               |                         |

### 5.5. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

### 5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины                                  | Виды самостоятельной работы  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля               |
|---|--|-----------------|-------------------------|------------------------------|
| <b>6 семестр</b>  |  |                 |                         |                              |
| 1 Погрешности вычислений  | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 2               | ОПК-8, ОПК-9            | Тестирование, Экзамен        |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 2               | ОПК-8, ОПК-9            | Контрольная работа           |
|   | Итого  | 4               |                         |                              |
| 2 Корректность и обусловленность вычислительных задач и алгоритмов  | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 2               | ОПК-8, ОПК-9            | Тестирование, Экзамен        |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 3               | ОПК-8, ОПК-9            | Контрольная работа           |
|   | Итого  | 5               |                         |                              |
| 3 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной      | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 8               | ОПК-8, ОПК-9            | Тестирование, Экзамен        |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 8               | ОПК-8, ОПК-9            | Контрольная работа           |
|   | Итого  | 16              |                         |                              |
| 4 Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений | Подготовка к лабораторной работе                                       | 12              | ОПК-8, ОПК-9            | Лабораторная работа          |
|   | Написание отчета по лабораторной работе                                | 6               | ОПК-8, ОПК-9            | Отчет по лабораторной работе |
|   | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 8               | ОПК-8, ОПК-9            | Тестирование, Экзамен        |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 8               | ОПК-8, ОПК-9            | Контрольная работа           |
|   | Итого  | 34              |                         |                              |



|   |  |    |              |                              |
|---|--|----|--------------|------------------------------|
| 5 Вычисление собственных значений и собственных векторов матриц | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 4  | ОПК-8, ОПК-9 | Тестирование, Экзамен        |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 4  | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           |
|   | Итого  | 8  |              |                              |
| 6 Приближенное решение систем нелинейных уравнений              | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 4  | ОПК-8, ОПК-9 | Тестирование, Экзамен        |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 4  | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           |
|   | Итого  | 8  |              |                              |
| 7 Приближение функций   | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 8  | ОПК-8, ОПК-9 | Тестирование, Экзамен        |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 8  | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           |
|   | Итого  | 16 |              |                              |
| 8 Численное дифференцирование функций                           | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 8  | ОПК-8, ОПК-9 | Тестирование, Экзамен        |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 8  | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           |
|   | Итого  | 16 |              |                              |
| 9 Численное интегрирование функций                              | Подготовка к лабораторной работе                                       | 12 | ОПК-8, ОПК-9 | Лабораторная работа          |
|   | Написание отчета по лабораторной работе                                | 6  | ОПК-8, ОПК-9 | Отчет по лабораторной работе |
|   | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 8  | ОПК-8, ОПК-9 | Тестирование, Экзамен        |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 8  | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           |
|   | Итого  | 34 |              |                              |

|   |  |     |              |                       |
|---|--|-----|--------------|-----------------------|
| 10 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 4   | ОПК-8, ОПК-9 | Тестирование, Экзамен |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 4   | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа    |
|   | Итого  | 8   |              |                       |
| Итого за семестр  |  | 149 |              |                       |
|   | Подготовка и сдача экзамена  | 9   |              | Экзамен               |
| Итого   |  | 158 |              |                       |

### 5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |            |     |           | Формы контроля   |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----|-----------|--|
|                         | Лаб. раб.                 | Конт. Раб. | СРП | Сам. раб. |  |
| ОПК-8                   | +                         | +          | +   | +         | Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен |
| ОПК-9                   | +                         | +          | +   | +         | Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен |

### 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 7.1. Основная литература

1. Мицель А. А. Вычислительные методы: Учебное пособие / Мицель А. А. - Томск: Эль Контент, 2013. - 198 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

#### 7.2. Дополнительная литература

1. Вычислительные методы: Учебное пособие / А. А. Мицель - 2013. 198 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4863>.

#### 7.3. Учебно-методические пособия

##### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Мицель А. А. Вычислительная математика. Методические указания по выполнению контрольной и лабораторных работ: Методические указания / Мицель А. А., Романенко В. В. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2019. – 119 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

2. Мицель А.А. Вычислительная математика. Методические указания по организации самостоятельной работы: методические указания. Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 22 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

### **7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **7.4. Иное учебно-методическое обеспечение**

1. Мицель А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс]: электронный курс / А.А. Мицель. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2014. (доступ из личного кабинета студента) .

### **7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;

- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;

- компьютеры;

- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;

- OpenOffice;

- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;

- 7-Zip;

- Google Chrome.

### **8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля     | Оценочные материалы (ОМ)                                 |
|------------------------------------|-------------------------|--------------------|--|
| 1 Погрешности вычислений           | ОПК-8, ОПК-9            | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
|                                    |                         | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|                                    |                         | Экзамен            | Перечень экзаменационных вопросов                        |

|   |              |                              |  |
|---|--------------|------------------------------|--|
| 2 Корректность и обусловленность вычислительных задач и алгоритмов  | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
|   |              | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                        |
| 3 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной      | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
|   |              | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                        |
| 4 Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
|   |              | Лабораторная работа          | Темы лабораторных работ                                  |
|   |              | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                        |
|   |              | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ                                  |
| 5 Вычисление собственных значений и собственных векторов матриц     | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
|   |              | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                        |
| 6 Приближенное решение систем нелинейных уравнений                  | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
|   |              | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                        |
| 7 Приближение функций   | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
|   |              | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                        |

|   |              |                              |  |
|---|--------------|------------------------------|--|
| 8 Численное дифференцирование функций                               | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
|   |              | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                        |
| 9 Численное интегрирование функций                                  | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
|   |              | Лабораторная работа          | Темы лабораторных работ                                  |
|   |              | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                        |
|   |              | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ                                  |
| 10 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений | ОПК-8, ОПК-9 | Контрольная работа           | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
|   |              | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                      |
|   |              | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                        |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |   |  |
|----------------------------|--|---|---|--|
|                            |  | знать   | уметь   | владеть  |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания  | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков    |
| 3<br>(удовлетворительно)   | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания   | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |

|             |  |   |  |  |
|-------------|--|---|--|--|
| 4 (хорошо)  | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов         | сформированные систематические знания                   | сформированное умение                                    | успешное и систематическое применение навыков                        |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка                     | Формулировка требований к степени компетенции  |
|----------------------------|--|
| 2<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.   |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.   |
| 5 (отлично)                | Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.                             |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

- Какие методы решения уравнений с одной переменной имеют более высокую сходимость?
  - Итерационные
  - Интервальные
  - Комбинированные
- Какой метод решения уравнений с одной переменной из предложенных имеет линейную сходимость?
  - Хорд
  - Золотого сечения
  - Упрощенный метод Ньютона
- Какой метод решения уравнений с одной переменной из предложенных имеет суперлинейную сходимость?
  - Дихотомии
  - Золотого сечения
  - Хорд

4. Какой метод решения уравнений с одной переменной из предложенных имеет квадратичную сходимость?
  - а) Хорд
  - б) Итераций
  - в) Ньютона
  - г) Упрощенный метод Ньютона
5. Какие производные равны нулю в точке, являющейся корнем уравнения с одной переменной кратности  $k$ ?
  - а) Все производные до порядка  $k$  включительно
  - б) Все производные до порядка  $k-1$  включительно
  - в) Никакие, все производные, в общем случае, не равны нулю
6. Какие методы решения СЛАУ применяются для систем наибольшей размерности?
  - а) Прямые
  - б) Итерационные
  - в) Вероятностные
7. Какой метод дает наиболее точное решение СЛАУ?
  - а) Гаусса
  - б) Прогонки
  - в) Зейделя
  - г) Итераций
  - д) Монте-Карло
8. Какой метод решения задач линейной алгебры не связан с получением треугольных матриц?
  - а) Гаусса
  - б) Декомпозиции
  - в) Халецкого
  - г) Итераций
9. Какой метод позволяет найти определитель матрицы?
  - а) Халецкого
  - б) Зейделя
  - в) Монте-Карло
10. В пространстве какой размерности строится базис при поиске обратной матрицы порядка  $n$  методом ортогонализации?
  - а)  $n$
  - б)  $n+1$
  - в)  $n*n$
  - г)  $2n$
11. Как называется полином, который проходит точно через узлы заданной сетки?
  - а) Аппроксимирующий
  - б) Интерполирующий
  - в) Экстраполирующий
12. Как называется полином, который минимизирует отклонение от узлов заданной сетки?
  - а) Аппроксимирующий
  - б) Интерполирующий
  - в) Минимизирующий
13. Полином какой степени можно интерполировать без погрешности полиномом Ньютона или Лагранжа на сетке из  $n$  точек?
  - а)  $n-1$
  - б)  $n$
  - в)  $n+2$
  - г)  $2n$
14. Полиномом какой степени является слагаемое с индексом  $k$  полинома Ньютона порядка  $n$ ?
  - а)  $k-1$
  - б)  $k$
  - в)  $k+1$
  - г)  $n-1$



- д)  $n$
15. Полиномом какой степени является слагаемое с индексом  $k$  полинома Лагранжа порядка  $n$ ?
- а)  $k-1$   
 б)  $k$   
 в)  $k+1$   
 г)  $n-1$   
 д)  $n$
16. Какой способ интегрирования не рассматривается в численных методах?
- а) Квадратурные формулы  
 б) Кубатурные формулы  
 в) Метод Монте-Карло  
 г) Аналитический метод
17. В каком методе численного интегрирования происходит выбор оптимальных узлов сетки?
- а) Центральных прямоугольников  
 б) Чебышева  
 в) Симпсона
18. С помощью какой формулы численного интегрирования невозможно получить точное значение определенного интеграла для кубической функции?
- а) Чебышева  
 б) Гаусса  
 в) Симпсона для неравномерной сетки  
 г) Симпсона для равномерной сетки
19. Какая из представленных формул численного интегрирования наиболее точна?
- а) Центральных прямоугольников  
 б) Трапеций  
 в) Симпсона  
 г) Чебышева  
 д) Гаусса
20. При использовании какого вида сетки можно добиться наибольшей точности вычисления определенного интеграла?
- а) Динамическая  
 б) Равномерная  
 в) Неравномерная

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

Приведены примеры типовых заданий из банка экзаменационных тестов, составленных по пройденным разделам дисциплины.

1. Какая цифра называется значащей в десятичном изображении приближенного числа?
- а) отличная от нуля  
 б) отличная от нуля, и нуль, если он содержится между значащими цифрами или является представителем сохраненного десятичного разряда  
 в) отличная от нуля, и нуль, если он содержится между значащими цифрами  
 г) отличная от нуля, и нуль, если он является представителем сохраненного десятичного разряда
2. Что понимают под вычислительной задачей при анализе математических моделей?
- а) прямую задачу и обратную задачу  
 б) прямую задачу и задачу идентификации  
 в) обратную задачу и задачу идентификации  
 г) одну из трех задач: прямую задачу, обратную задачу и задачу идентификации
3. При выполнении какого условия на отрезке  $[a, b]$  существует хотя бы один корень уравнения  $f(x)=0$ ?
- а)  $f(a) \cdot f(b) > 0$   
 б)  $f'(a) \cdot f'(b) > 0$   
 в)  $f'(a) \cdot f'(b) < 0$   
 г)  $f(a) \cdot f(b) < 0$
4. Какое отношение выполняется для относительного числа обусловленности матрицы  $A$ ?

- а)  $\text{cond}(A) \geq 1$
  - б)  $\text{cond}(A) > 1$
  - в)  $\text{cond}(A) \leq 1$
  - г)  $\text{cond}(A) < 1$
5. Что такое собственные числа матрицы?
    - а) элементы главной диагонали
    - б) значения угловых миноров матрицы
    - в) корни характеристического уравнения
  6. Из чего состоят элементы матрицы Якоби порядка  $n$ ?
    - а) вторых частных производных функции  $n$  переменных
    - б) первых частных производных функции  $n$  переменных
    - в) первых частных производных функции  $(n-1)$  переменных
  7. Чем заменяют функцию  $f(x)$  при ее приближении на интервале  $[a, b]$ ?
    - а) другой функцией  $g(x)$
    - б) другой функцией  $g(x)$ , близкой к исходной функции  $f(x)$
    - в) другой функцией  $g(x)$ , похожей на исходную функцию  $f(x)$
  8. В каких случаях прибегают к численному дифференцированию?
    - а) когда функцию невозможно или трудно продифференцировать аналитически
    - б) когда функция задана в виде таблицы
    - в) при решении дифференциальных уравнений при помощи разностных методов
    - г) при решении нелинейных уравнений
    - д) при поиске точек экстремума функций
    - е) при решении линейных уравнений
  9. В каких случаях используется численное интегрирование?
    - а) первообразная не может быть найдена с помощью элементарных функций
    - б) первообразная является слишком сложной
    - в) подынтегральная функция задана таблично
    - г) подынтегральная функция не существует
  10. Что позволяют выполнить численные методы решения обыкновенных ДУ?
    - а) выразить решение ДУ через элементарные функции
    - б) вычислять приближенные значения искомого решения на некоторой сетке значений аргумента
    - в) получить решение как предел некоторой последовательности, выражаемой через элементарные функции или при помощи квадратур

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Какой результат получится, если округлить число  $x = 5,31507$  до двух значащих цифр?
  - а) 5,31
  - б) 5,32
  - в) 5,3
  - г) 5,315
2. Какой результат получится, если округлить число  $x = 46571,579$  до двух значащих цифр?
  - а) 46571,57
  - б) 46571,58
  - в) 46600
  - г) 47000
3. Даны приближенные числа:  $x_1=13,456$ ;  $x_2=567,234$ ;  $x_3=123,508$  и их абсолютные погрешности:  $\Delta_1=0,03$ ;  $\Delta_2=0,2$ ;  $\Delta_3=0,01$ . Какой величины не превысит абсолютная погрешность алгебраической суммы этих чисел?
  - а) 0,2
  - б) 0,24
  - в) 0,3
  - г) 0,35
4. При каких значениях аргумента  $x$  задача вычисления функции  $y=\ln(x)$  обладает плохой обусловленностью?
  - а) 0
  - б) 1

- в)  $e$   
 г) 0,001
5. Сколько итераций (шагов)  $n$  потребуется выполнить методом перебора, чтобы найти с точностью  $\varepsilon=0,05$  корень на отрезке  $[0,1]$ ?
- а) 20  
 б) 40  
 в) 50  
 г) 100
6. Сколько итераций (шагов)  $n$  потребуется выполнить методом дихотомии, чтобы найти с точностью  $\varepsilon=0,05$  корень на отрезке  $[0,1]$ ?
- а) 20  
 б) 5  
 в) 4  
 г) 3
7. Чему равна максимальная норма единичной матрицы размерности  $4 \times 4$ ?
- а) 0  
 б) 1  
 в) 2  
 г) 4
8. Чему равны собственные числа единичной матрицы порядка 3?
- а) 0  
 б) 1  
 в) 3  
 г)  $1/3$
9. Чему равны радиусы кругов Гершгорина матрицы порядка 4?
- а) 0  
 б) 1  
 в) 4  
 г) 0,25
10. Как будет выглядеть полином Ньютона максимально возможной степени для вычисления суммы кубов чисел от 1 до  $n$ ?
- а)  $1+8(n-1)+9(n-1)(n-2)+3(n-1)(n-2)(n-3)$   
 б)  $1+8(n-1)+9,5(n-1)(n-2)+3(n-1)(n-2)(n-3)+0,25(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)$   
 в)  $1+9(n-1)+8(n-1)(n-2)+(4/3)(n-1)(n-2)(n-3)$   
 г)  $1+9(n-1)+8,5(n-1)(n-2)+(4/3)(n-1)(n-2)(n-3)+0,25(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)$

#### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Решение уравнений с одной переменной и задач линейной алгебры
2. Приближение функций, численное дифференцирование, численное интегрирование

#### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании

изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

### **9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся                         | Виды дополнительных оценочных материалов  | Формы контроля и оценки результатов обучения   |
|---|---|--|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка  |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам   | Преимущественно устная проверка (индивидуально)  |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами  |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АСУ  
протокол № 11 от «23» 11 2023 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                          | Инициалы, фамилия | Подпись  |
|------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. АСУ    | В.В. Романенко    | Согласовано,<br>с3e2018f-3231-48c3-<br>b093-89b6f5342191 |
| Заведующий обеспечивающей каф. АСУ | В.В. Романенко    | Согласовано,<br>с3e2018f-3231-48c3-<br>b093-89b6f5342191 |
| Начальник учебного управления      | И.А. Лариошина    | Согласовано,<br>с3195437-a02f-4972-<br>a7c6-ab6ee1f21e73 |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                               |                |  |
|-------------------------------|----------------|--|
| Заведующий кафедрой, каф. АСУ | В.В. Романенко | Согласовано,<br>с3e2018f-3231-48c3-<br>b093-89b6f5342191 |
| Заведующий кафедрой, каф. АСУ | В.В. Романенко | Согласовано,<br>с3e2018f-3231-48c3-<br>b093-89b6f5342191 |

### РАЗРАБОТАНО:

|                               |                |  |
|-------------------------------|----------------|--|
| Заведующий кафедрой, каф. АСУ | В.В. Романенко | Разработано,<br>с3e2018f-3231-48c3-<br>b093-89b6f5342191 |
|-------------------------------|----------------|--|