

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Естественные и математические науки»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б.1.1.24 «Методы вычислительной математики»

направления подготовки  
09.03.04 «Программная инженерия»

профиль: «Управление разработкой программных проектов»

Формы обучения: очная

Объем дисциплины:

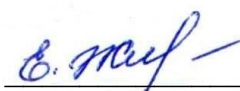
в зачетных единицах: 4 з.е.

в академических часах: 144 ак.ч.

Рабочая программа по дисциплине Б.1.1.24 «Методы вычислительной математики» направления 09.03.04 «Программная инженерия» профиль: «Управление разработкой программных проектов» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 09.03.04 «Программная инженерия», утвержденным приказом Минобрнауки России № 920 от 19.09.2017 г., с изменениями внесенными приказом № 1456 от 26.11.2020 г.

Рабочая программа:

**обсуждена и рекомендована** к утверждению решением кафедры «Естественные и математические науки» от «07» июня 2024 г., протокол №'20.

Заведующий кафедрой  /Жилина Е.В./  
подпись Ф.И.О.

**одобрена** на заседании УМКН от «20» июня 2024 г., протокол № 5.

Председатель УМКН  /Жилина Е.В./

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цели преподавания дисциплины:** формирование системы базовых понятий процедурного, объектно-ориентированного программирования и представлений о методах, алгоритмах и технологиях численных методов, а так же выработка умений применять их для решения практических задач;

### **Задачи преподавания дисциплины:**

- изучение вычислительных методов, а также приобретение практических навыков программной реализации методов вычислительной математики и использования стандартных пакетов математических программ: MatLab 5-7.x и MathCAD 7;
- обеспечение прочного и сознательного овладения студентами основ знаний о программных методах обработки числовой информации, привить навыки сознательного и рационального использования ЭВМ в своей учебной, а затем профессиональной деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б.1.1.24 «Методы вычислительной математики» относится к обязательной части учебного плана Блока 1 «Дисциплины (модули)».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенции:

**ОПК-1** Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<b>ОПК-1</b> Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	<b>ИД - 3</b> опк-1 Знает численные методы решения математических задач, не допускающих аналитических решений, или требующих проведения вычислительных экспериментов; понимает и умеет применять критерии выбора численных методов при математическом моделировании задач, поставляемых практикой профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений; методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений; методы приближения функций и их производных, численное дифференцирование и интегрирование функций. <b>Уметь:</b> использовать основные понятия и методы вычислительной математики; практически решать типичные задачи вычислительной математики, требующие выполнения небольшого объема вычислений; решать достаточно сложные в вычислительном отношении задачи, требующие программирования их численной реализации на ЭВМ; разрабатывать (выборочно) программную реализацию распространенных методов вычислительной математики;

		оценивать погрешность используемого метода и производимых вычислений; применять стандартные математические пакеты программ для решения поставленной задачи методами объектно-ориентированного программирования. <b>Владеть:</b> навыками в постановке, реализации задач вычислительной математики и описания конечно-разностных схем для решения задач вычислительной математики, в том числе с применением офисных технологий и математических «on-line» -сервисов.
--	--	---

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной деятельности	ак. часов	
	Всего	по семестрам
		3 семестр
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	64	64
• занятия лекционного типа,	32	32
• занятия семинарского типа:	-	-
практические занятия	32	32
лабораторные занятия	-	-
в том числе занятия в форме практической подготовки	-	-
2. Самостоятельная работа студентов, всего	80	80
– курсовая работа (проект)	-	-
3. Промежуточная аттестация: <i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i>		<i>экзамен</i>
Объем дисциплины в зачетных единицах	4	4
Объем дисциплины в акад. часах	144	144

#### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества академических часов и видов учебных занятий

##### 5.1. Содержание дисциплины

###### Тема 1. Теория и методы приближения функций.

Ортогональные функции. Общие свойства ортогональных функций. Неравенство Бесселя и полнота. Ортогональные многочлены. Алгебраическое интерполирование. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Вычислительная схема Эйткена. Классические ортогональные многочлены. Метод наименьших квадратов.

###### Тема 2. Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений.

Метод простых итераций. Условие сходимости. Усовершенствованный метод последовательных приближений – модификация Вегстейна (1958г.). Метод Ньютона-Рафсона. Методы: деления отрезка пополам, модифицированный метод Ньютона-Рафсона, хорд, секущих, комбинированный метод хорд-3 секущих.

###### Тема 3. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений – СЛАУ.

Вычисление определителей. Метод Крамера для СЛАУ. Метод Гаусса для СЛАУ. Метод итераций для СЛАУ. Условие сходимости. Метод Зейделя СЛАУ.

**Тема 4. Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений – СНАУ.**

Метод итераций для СНАУ. Условие сходимости. Метод Ньютона-Рафсона для СНАУ.

**Тема 5. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.**

Природа и смысл дифференциальных уравнений. Поле направлений. Численное решение. Устойчивость метода простого прогноза. Устойчивость коррекции Системы дифференциальных уравнений. Методы Рунге-Кутта. Метод Рунге-Кутта 4-го порядка. Метод Эйлера. Исправленный метод Эйлера. Модифицированный метод Эйлера. Метод Адамса. Комбинированные методы. Выбор шага интегрирования и оценка точности.

**Тема 6. Численное интегрирование.**

Численное интегрирование. Квадратурные формулы, порожденные интерполяционными формулами. Формула трапеций. Формула Симпсона(парабол). Остаточный член –оценка погрешности квадратурной формулы. Квадратурные формулы Бодэ, Уэддля, Ньютона-Котеса. Квадратурные формулы на основе неравноотстоящих узлов. Формулы Гаусса, Чебышёва. Рекуррентное соотношение Ромберга

**Тема 7. Применение системы MATLAB в задачах вычислительной математики.**

Основные сведения о системе MatLab. Установка системы на компьютер. Работа в режиме прямых вычислений Обзор и использование внешних расширений системы Работа с графическими средствами.

**5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия практические/ из них в форме практической подготовки	самостоятельная работа	
1.	Теория и методы приближения функций.	6	8	-	ИД -3 ОПК-1
2	Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений.	5	4	-	ИД -3 ОПК-1
3	Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений – СЛАУ.	5	4	9	ИД -3 ОПК-1
4	Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений – СНАУ.	5	4	9	ИД -3 ОПК-1
5	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	4	4	9	ИД -3 ОПК-1
6	Численное интегрирование.	5	4	9	ИД -3 ОПК-1

7	Применение системы MATLAB в задачах вычислительной математики.	2	4	8	ИД -3 опк-1
8	Подготовка к экзамену	-	-	36	
<b>Итого</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	<b>80</b>	

## 5.2. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование практического занятия	Объем дисциплины в акад. часах
1.	Теория и методы приближения функций.	Метод наименьших квадратов (МНК) Интерполяционный полином Лагранжа Интерполяционная схема Эйткена	8
2	Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений.	Метод Ньютона - Рафсона	4
3	Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений – СЛАУ.	Решение линейных уравнений.	4
4	Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений – СНАУ.	Решение нелинейных уравнений.	4
5	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	Решение дифференциальных уравнений	4
6	Численное интегрирование.	Численное интегрирование.	4
7	Применение системы MATLAB в задачах вычислительной математики.	Применение системы MATLAB в задачах вычислительной математики.	4
<b>Итого:</b>			<b>32</b>

## 5.3. Перечень лабораторных работ

Лабораторные занятия не предусмотрены.

## 5.4. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. часах
3	Численные методы решения систем линейных алгебраических	Методы интегрирования: трапеций, Симпсона, Гаусса,	9

	уравнений – СЛАУ.	Ромберга.	
4	Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений – СНАУ.	Методы решения СЛАУ и СНАУ, матричные операции. Вычисление определенных интегралов. Программные средства.	9
5	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	Модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты 4-го порядка, метод Гира для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) Методы прогноза и коррекции для ОДУ.	9
6	Численное интегрирование.	Фурье-анализ, быстрое преобразование Фурье (БПФ) Одномерный, двумерный анализ Фурье.	9
7	Применение системы MATLAB в задачах вычислительной математики.	Полиномы Чебышёва Экономизация степенных рядов.	8
8	Подготовка к экзамену		36
<b>Итого</b>			<b>80</b>

**6. Расчетно-графическая работа - не предусмотрена**

**7. Курсовая работа - не предусмотрена**

**8. Курсовой проект - не предусмотрен**

**9. Контрольная работа - не предусмотрена**

### **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Фондом оценочных средств.

### **Вопросы для экзамена**

Примечание:.

1. Пункт б) - вопрос отнесен к системе MatLab.
2. Со звездочкой – по возможности и желанию студента (но рекомендую!)
3. Студент должен уметь реализовать тот или иной численный метод или алгоритм в среде VBA MS Office и в системе MatLab.

- 1 а) Метод наименьших квадратов (линейная регрессия).  
б) Полиномиальная аппроксимация по МНК.
- 2 а) Интерполирование по Лагранжу и схема Эйткена.  
б) Интерполирование функций.

- 3 а) Методы решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений: простых итераций,  
 4.дихотомии,  
 5 Ньютона-Рафсона,  
 6 модифицированный метод Ньютона,  
 7 метод Мейкона (случай почти равных корней)  
 3 б) численные методы решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений.  
 8 а) Метод итераций,  
 9 методы: Гаусса,  
 10 Зейделя,  
 11 Ньютона-Рафсона  
 для систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений (СЛАУ и СНАУ).  
 4 б) Методы решения СЛАУ и СНАУ, матричные операции.  
 12 а) Методы интегрирования:  
 13трапеций,  
 14 Симпсона,  
 15 Гаусса,  
 16 Ромберга  
 5 б) Вычисление определенных интегралов.  
 17 а) Модифицированный метод Эйлера,  
 18 метод Рунге-Кутта 4-го порядка,  
 19\* метод Гира для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)  
 6 б) Методы прогноза и коррекции для ОДУ.  
 20 а) Фурье-анализ,  
 21 быстрое преобразование Фурье (БПФ)  
 20 б\*) Одномерный, двумерный анализ Фурье.  
 21 а\*) Полиномы Чебышёва  
 21 б\*) Экономизация степенных рядов.  
 22 Графика MatLab:  
 23 высокоуровневая,  
 24 дескрипторная,  
 25 специальная, анимационная, трехмерная.

### Примеры тестовых заданий по дисциплине

- I. Отделить корни уравнения графически (используя мастер диаграмм среды Excel 2000) и уточнить один из них методом итераций (используя среду VBA для Excel 2000) с точностью до 0,001.**

Вариант №1	$\ln x + (x + 1)^3 = 0$
Вариант №2	$x \cdot 2^x = 1$
Вариант №3	$\sqrt{x+1} = \frac{1}{x}$
Вариант №4	$x - \cos x = 0$
Вариант №5	$3x + \cos x + 1 = 0$
Вариант №6	$x + \ln x = 0,5$
Вариант №7	$2 - x = \ln x$
Вариант №8	$(x - 1)^2 = \frac{1}{2}e^x$
Вариант №9	$(2 - x)e^x = 0,5$
Вариант №10	$2,2x - 2^x = 0$



Вариант №11	$x^2 + 4 \sin x = 0$
Вариант №12	$2x - \lg x = 0$
Вариант №13	$5x - 8 \ln x = 8$
Вариант №14	$3x - e^x = 0$
Вариант №15	$x(x+1)^2 = 1$

**II. Методом Зейделя решить с точностью 0,001 систему линейных уравнений, приведя ее к виду, удобному для итераций. Программу реализовать в среде VBA.**

Вариант №1

$$\begin{aligned} 2,7x_1 + 3,3x_2 + 1,3x_3 &= 2,1 \\ 3,5x_1 - 1,7x_2 + 2,8x_3 &= 1,7 \\ 4,1x_1 + 5,8x_2 - 1,7x_3 &= 0,8 \end{aligned}$$

Вариант №2

$$\begin{aligned} 1,7x_1 + 2,8x_2 + 1,9x_3 &= 0,7 \\ 2,1x_1 + 3,4x_2 + 1,8x_3 &= 1,1 \\ 4,2x_1 - 1,7x_2 + 1,3x_3 &= 2,8 \end{aligned}$$

Вариант №3

$$\begin{aligned} 3,1x_1 + 2,8x_2 + 1,9x_3 &= 0,2 \\ 1,9x_1 + 3,1x_2 + 2,1x_3 &= 2,1 \\ 7,5x_1 + 3,8x_2 + 4,8x_3 &= 3,6 \end{aligned}$$

Вариант №4

$$\begin{aligned} 9,1x_1 + 5,6x_2 + 7,8x_3 &= 9,8 \\ 3,8x_1 + 5,1x_2 + 2,8x_3 &= 6,7 \\ 4,1x_1 + 5,7x_2 + 1,2x_3 &= 5,8 \end{aligned}$$

Вариант №5

$$\begin{aligned} 3,3x_1 + 2,1x_2 + 2,8x_3 &= 0,8 \\ 4,1x_1 + 3,7x_2 + 4,8x_3 &= 5,7 \\ 2,7x_1 + 1,8x_2 + 1,1x_3 &= 3,2 \end{aligned}$$

Вариант №6

$$\begin{aligned} 7,6x_1 + 5,8x_2 + 4,7x_3 &= 10,1 \\ 3,8x_1 + 4,1x_2 + 2,7x_3 &= 9,7 \\ 2,9x_1 + 2,1x_2 + 3,8x_3 &= 7,8 \end{aligned}$$

Вариант №7

$$\begin{aligned} 3,2x_1 - 2,5x_2 + 3,7x_3 &= 6,5 \\ 0,5x_1 + 0,34x_2 + 1,7x_3 &= -0,24 \\ 1,6x_1 + 2,3x_2 - 1,5x_3 &= 4,3 \end{aligned}$$

Вариант №8

$$\begin{aligned} 5,4x_1 - 2,3x_2 + 3,4x_3 &= -3,5 \\ 4,2x_1 + 1,7x_2 + 2,1x_3 &= 2,1 \\ 7,5x_1 + 3,8x_2 + 4,8x_3 &= 3,6 \end{aligned}$$

Вариант №9

$$\begin{aligned} 3,6x_1 + 1,8x_2 - 4,7x_3 &= 3,8 \\ 2,7x_1 - 3,6x_2 + 1,9x_3 &= 0,4 \\ 1,5x_1 + 4,5x_2 + 3,3x_3 &= -1,6 \end{aligned}$$

Вариант №10

$$\begin{aligned} 5,6x_1 + 2,7x_2 - 1,7x_3 &= 1,9 \\ 3,4x_1 - 3,6x_2 - 6,7x_3 &= -2,4 \\ 0,8x_1 + 1,3x_2 + 3,7x_3 &= 1,2 \end{aligned}$$

Вариант №11

$$2,7x_1 + 0,9x_2 - 1,5x_3 = 3,5$$

$$4,5x_1 - 2,8x_2 + 6,7x_3 = 2,6$$

$$5,1x_1 + 3,7x_2 - 1,4x_3 = -0,14$$

## 11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1. Рекомендуемая литература

1. Купцов, П. В. Элементарная вычислительная физика. Компьютерная обработка данных на практических и лабораторных занятиях : учебное пособие / П. В. Купцов, А. В. Купцова. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015. — 36 с. — ISBN 978-5-7433-2880-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR SMART: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/76536.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Трошина, Г. В. Численные расчеты в среде MatLab : учебное пособие / Г. В. Трошина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. — 72 с. — ISBN 978-5-7782-4092-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99243.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Гарифуллин, М. Ф. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений / М. Ф. Гарифуллин. — Москва : Техносфера, 2020. — 192 с. — ISBN 978-5-94836-597-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR SMART: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/99103.html> . — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

4. Трофимов, В. К. Дифференциальное исчисление : учебное пособие / В. К. Трофимов, В. И. Агульник. — 2-е изд. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2019. — 210 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR SMART: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102114.html> . — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

5. Зыков, С. В. Введение в теорию программирования. Объектно-ориентированный подход : учебное пособие / С. В. Зыков. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 187 с. — ISBN 978-5-4497-0926-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR SMART: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102007.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Клинаев, Ю. В. Методы и технологии компьютерных вычислений в математическом моделировании: учеб. пособие по дисциплине "Вычислительная математика" для студентов направления "Информатика и вычислительная техника" и спец. "Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем" всех форм обучения / Ю. В. Клинаев,

Д. В. Терин ; , Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2010. - 208 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 150-151 (28 назв.). - ISBN 978-5-7433-2216-9

Экземпляры всего: 41

7. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : в 2 ч. / Д. Т. Письменный. - 9-е изд. - М. : Айрис-Пресс, 2013 - . - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8112-4000-5. Ч. 2. - 2013. - 256 с. : ил. ; 24 см. - ISBN 978-5-8112-5095-0

Экземпляры всего: 8

8. Клинаев, Ю.В. Вычислительная математика : метод. указ. к практическим работам / Ю.В. Клинаев. – Энгельс: ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2021. – 36 с. — Текст : электронный — URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/InsertStatistika.aspx?IdResurs=543&rashirenje=doc>

9. Мэтьюз Д., Финк К. Численные методы. Использование MATLAB...: ИД "Вильямс", 2001. - 720с. URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/InsertStatistika.aspx?IdResurs=22788&rashirenje=rar..> Режим доступа: для авторизир. Пользователей

10. Математическое моделирование [текст] : науч.-техн. периодичность выходит 12 раз в год. журн, ISSN 0234-0879 Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=41298284>

11. Вестник Саратовского государственного технического университета [Текст]. : науч.-техн. журн. / Сарат. гос. техн. ун-т (Саратов); гл. ред. И. Р. Плеве. - Саратов : СГТУ. - Саратов : СГТУ, (2003-2023) - Выходит ежеквартально. - ISSN 19998341

## **11.2. Периодические издания**

Не используются

## **11.3. Нормативно-правовые акты и иные правовые документы**

Не используются

## **11.4 Перечень электронно-образовательных ресурсов**

1. Учебно-методические материалы по дисциплине «Методы вычислительной математики» (электронный образовательный ресурс размещен в ИОС ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.) <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1719>

2. Сайт ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. (<http://techn.sstu.ru>)

## **11.5 Электронно-библиотечные системы**

1. «ЭБС IPRbooks»,

2. «ЭБС elibrary»

3. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»

## **11.6. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Не используются

### **11.7. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)**

1. Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

*Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.*

### **12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

#### **12.1 Перечень информационно-справочных систем**

Не используются

#### **12.2 Перечень профессиональных баз данных**

Не используется

#### **12.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

- 1) Лицензионное программное обеспечение  
Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint). Mathcad
- 2) Свободно распространяемое программное обеспечение

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

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

Образовательный процесс обеспечен учебными аудиториями для проведения учебных занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещениями для самостоятельной работы студентов.

Учебные аудитории оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, которые включают в себя учебную мебель, комплект мультимедийного оборудования, в том числе переносного (проектор, экран).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены

компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Рабочую программу составил  
д.ф.-м.н., профессор

 /Ю.В. Клинаев/

07.06.2023

#### 14. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКС/УМКН  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКС/УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /