

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института физики

С.Б. Вениг

2023 г.

**Программа производственной практики**  
Вычислительная практика

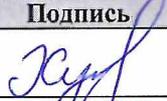
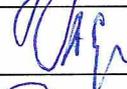
Направление подготовки бакалавриата  
03.03.01 Прикладные математика и физика

Профиль подготовки бакалавриата  
Нелинейные процессы в микроволновых системах

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Хутиева Анна Борисовна		22.06.23
Председатель НМС	Скрипаль Анатолий Владимирович		22.06.23
Заведующий кафедрой	Бегинин Евгений Николаевич		22.06.23
Специалист Учебного управления/отдела аспирантуры			

## **1. Цели учебной/производственной практики**

Целями вычислительной практики являются:

1. Развитие профессиональных компетенций в области изучения и анализа открытых нелинейных систем в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 «Прикладные математика и физика»
2. Формирование у обучающихся навыков владения современными программными средствами научной деятельности: математическим аппаратом, современными информационными технологиями, современными прикладными научными вычислительными пакетами и пакетами обработки и визуализации научных данных;
3. Формирование у обучающихся умения самостоятельно работать с научной и технической литературой;
4. Углубление навыков самостоятельного решения практических задач;
5. Закрепление и углубление результатов теоретической подготовки обучающегося и приобретение им первичных профессиональных умений навыков.

## **2. Тип (форма) учебной/производственной практики и способ ее проведения**

Производственная вычислительная практика является практикой по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. Способ проведения практики — стационарная. Производственная вычислительная практика проводится в форме активной практики, в ходе которой студенты выступают в роли непосредственных исполнителей исследовательских работ, составляющих основу научного процесса организации, в которой осуществляется прохождение практики. Для прохождения вычислительной практики учебная группа студентов разделяется на подгруппы. За подгруппой закрепляется руководитель практики, ответственный за учебные занятия и проведение практики. Подгруппы формируются с учетом необходимости обеспечения индивидуального подхода при выполнении работы, обеспечения компьютерной техникой и требованиями техники безопасности. Руководитель практики определяет тему для каждого студента, намечает план работы.

## **3. Место учебной/производственной практики в структуре ООП**

Вычислительная практика (Б2.О.01(У)) относится к Блоку Б2 «Практики», раздел Б2.О «Обязательная часть». Прохождение практики осуществляется после завершения летней экзаменационной сессии 4-го семестра. Общая трудоемкость практики составляет 4 зачетных единиц.

Вычислительная практика призвана повысить уровень подготовки студентов в области современных информационных технологий.

Для успешного прохождения практики обучаемый должен обладать базовой физико-математической подготовкой, навыками владения

современными вычислительными средствами, иметь базовое представление о методах и инструментах научных исследований.

#### 4. Результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p><b>УК-1</b></p> <p>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p><b>1.1_Б.УК-1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи.</p> <p><b>2.1_Б.УК-1.</b> Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p> <p><b>3.1_Б.УК-1.</b> Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p><b>5.1_Б.УК-1.</b> Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>Знать способы поиска информации</p> <p>Уметь осуществлять поиск и анализ информации, анализировать задачу</p> <p>Владеть навыками системного подхода для решения поставленных задач</p>
<p><b>ОПК-6</b></p> <p>Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.</p>	<p><b>ИД-1ОПК-6</b> использует современные языки программирования для разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения</p> <p><b>ИД-2ОПК-6</b> Применяет современные программные среды разработки информационных систем и технологий, методы отладки и тестирования, читает коды программных продуктов, написанные на освоенных языках программирования, и вносит требуемые изменения</p> <p><b>ИД-3ОПК-6</b> готов самостоятельно осваивать новые для себя языки программирования, среды разработки информационных систем и технологий</p>	<p>Знать основные принципы программирования и разработки программ</p> <p>Уметь пользоваться современными языками программирования и средами разработки</p> <p>Владеть навыками разработки, отладки, тестирования программных продуктов</p>
<p><b>ПК-1</b></p>	<p><b>ИД-1 ПК-1</b> применяет фундаментальные знания в</p>	<p>Знать базовые понятия в области теории колебаний и волн,</p>

<p>Способен применять фундаментальные знания в области нелинейных колебаний и волн для планирования и проведения численных и натуральных экспериментов в области нелинейных явлений и процессов, в том числе в микроволновых системах</p>	<p>области нелинейных колебаний и волн для планирования численных и натуральных экспериментов в области нелинейных явлений и процессов, в том числе в микроволновых системах</p> <p><b>ИД-2 ПК-1</b> осуществляет проведение численных экспериментов в области нелинейных явлений и процессов, в том числе в микроволновых системах</p>	<p>основные принципы программирования</p> <p>Уметь проводить численные эксперименты в области нелинейных явлений</p> <p>Владеть базовыми навыками программирования для осуществления численных экспериментов в области нелинейных явлений</p>
<p><b>ПК-2</b></p> <p>Способен осуществлять поиск и анализ научной и научно-технической информации в области нелинейных явлений и процессов, в том числе в микроволновых системах</p>	<p><b>ИД-1 ПК-2.</b> Осуществляет поиск научной и научно-технической информации в области нелинейных явлений и процессов, в том числе в микроволновых системах, в соответствии с заданной предметной областью</p> <p><b>ИД-2 ПК-2.</b> Осуществляет анализ и систематизацию имеющейся научной и научно-технической информации в области нелинейных явлений и процессов, в том числе в микроволновых системах, в соответствии с заданной предметной областью</p>	<p>Знать методы поиска научной информации</p> <p>Уметь осуществлять поиск и анализ информации с использованием современных технологий</p> <p>Владеть навыками анализа полученной информации в области нелинейных явлений</p>
<p><b>ПК-4</b></p> <p>Способен разрабатывать математические модели нелинейных явлений и процессов</p>	<p><b>ИД-1 ПК-4.</b> Способен на основе имеющихся фундаментальных знаний получать математические соотношения, описывающие нелинейные явления и процессы в исследуемой системе</p> <p><b>ИД-2 ПК-4.</b> Способен на основе математических соотношений, описывающие исследуемые нелинейные явления и процессы, и фундаментальных знаний о нелинейных явлениях выбирать способы их аналитического и численного исследования.</p> <p><b>ИД-3 ПК-4.</b> Способен записывать математические соотношения, описывающие исследуемые нелинейные явления и процессы, в оптимальном для численного моделирования виде</p>	<p>Знать основные математические модели нелинейных явлений и способы их реализации</p> <p>Уметь выбирать необходимые способы анализа нелинейных явлений</p> <p>Владеть навыками получения математических соотношений, описывающих нелинейные явления.</p>
<p><b>ПК-5</b></p> <p>Способен разрабатывать</p>	<p><b>ИД-1 ПК-5.</b> Способен разрабатывать алгоритмы численного исследования</p>	<p>Знает основные алгоритмы численного исследования</p>

<p>алгоритмы и компьютерные программы для численного исследования нелинейных явлений и процессов</p>	<p>нелинейных явлений и процессов в соответствии с конкретными особенностями исследуемых явлений.</p> <p>ИД-2 ПК-5. Способен реализовывать разработанные алгоритмы численного исследования нелинейных явлений и процессов как на языках программирования высокого уровня, так и при помощи специализированных программных средств.</p> <p>ИД-3 ПК-5. Способен разрабатывать программы, визуализирующие результаты численного исследования нелинейных явлений и процессов с использованием современных программных средств</p>	<p>нелинейных явлений и процессов.</p> <p>Уметь реализовывать разработанные алгоритмы численного исследования</p> <p>Владеть навыками численного моделирования в том числе с помощью специализированных программных средств</p>
<p><b>ПК-6</b></p> <p>Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы для обработки экспериментальных данных</p>	<p>ИД-1 ПК-6. Способен разрабатывать компьютерные программы для обработки экспериментальных данных с использованием стандартных библиотек программных средств</p> <p>ИД-2 ПК-6. Способен разрабатывать и реализовывать на языках программирования высокого уровня алгоритмы и компьютерные программы для обработки экспериментальных данных с учетом их конкретных особенностей</p> <p>ИД-3 ПК-6. Способен разрабатывать программы, визуализирующие результаты обработки экспериментальных данных использованием современных программных средств</p>	<p>Знать основные принципы обработки экспериментальных данных</p> <p>Уметь реализовывать необходимые для анализа данных алгоритмы</p> <p>Владеть навыками программирования на современных языках программирования и специализированных программных средств</p>

## 5. Структура и содержание учебной/производственной практики

Общая трудоемкость вычислительной практики составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Семес тр	Виды учебной работы на практике, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Формы текущего контроля
			Самостоят. работа	
7	Ознакомительный этап	4	16	индивидуальный отчет
8	Выполнение практических заданий	4	50	индивидуальный отчет
9	Предварительный отчёт	4	24	индивидуальный отчет
10	Исправление замечаний	4	20	индивидуальный отчет
11	Окончательный отчёт	4	34	индивидуальный отчет
12	<b>Итого</b>		<b>144</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>

Прохождение практики разбивается на следующие этапы:

**1. Ознакомительный этап.** Ознакомление студентов с профильной литературой по изучаемым программным продуктам, ознакомление с работой программы на практических занятиях в дисплейном классе.

**2. Выполнение практических заданий.** Выполнение студентами практических заданий, связанных с решением ряда задач, а также ознакомлением с основными особенностями изучаемых программных продуктов на самостоятельных практических занятиях.

**3. Предварительный отчёт.** Подготовка предварительных материалов для отчёта преподавателю.

**3. Исправление замечаний.** Исправление студентами ошибок, замечаний, недоработок, отмеченных преподавателем на предварительном отчёте.

**3. Окончательный отчёт.** Окончательный отчёт студента преподавателю, в устной форме, с предоставлением электронной и бумажной версии отчёта.

### **Формы проведения учебной/производственной практики**

Учебная вычислительная практика проводится в форме активной практики, в ходе которой студенты выступают в роли непосредственных исполнителей исследовательских работ, составляющих основу научного процесса организации, в которой осуществляется прохождение практики. Для прохождения вычислительной практики учебная группа студентов разделяется на подгруппы. За подгруппой закрепляется руководитель практики, ответственный за учебные занятия и проведение практики. Подгруппы формируются с учетом необходимости обеспечения индивидуального подхода при выполнении работы, обеспечения

компьютерной техникой и требованиями техники безопасности. Руководитель практики определяет тему для каждого студента, намечает план работы.

### **Место и время проведения учебной/производственной практики**

Практическая подготовка студентов в рамках вычислительной практики проводится в учебной лаборатории нелинейной динамики, лаборатории «Магнитные Метаматериалы» СГУ и компьютерных классах.

Время проведения практики: 4-й семестр, в летнее время, по окончании летней экзаменационной сессии.

### **Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)**

По итогам прохождения вычислительной практики студент представляет руководителю отчет о прохождении практики. Отчет по вычислительной практике является учебным документом, выполненным студентом по учебному плану на промежуточном этапе обучения в университете.

Отчет должен содержать 10-20 страниц печатного текста, оформленного в соответствии с существующими стандартами.

Отчет по учебной вычислительной практике должен содержать следующие структурные части:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложение (при необходимости).

Отчет должен отражать умение студента развёрнуто, логично и аргументировано излагать материал. Отчет должен содержать цели, описание и характеристику работ, проведенных студентом, с изложением методов и полученных результатов и выводы по практике. К отчету по вычислительной практике могут быть приложены материалы анализа по работе, схемы, графики, таблицы, методики расчетов, методики проводимых исследований и др. При использовании научной (технической) литературы при написании отчета студент обязан делать ссылки на автора и источник, откуда он заимствует сведения, используемые в ходе практики. В тексте отчета недопустимыми являются орфографические и синтаксические ошибки и опiski, небрежное оформление рисунков, таблиц, схем.

Отчет подписывается студентом и принимается руководителем практики с выставлением оценки по результатам собеседования. При оценке работы студента во время собеседования руководитель практики (или назначенная заведующим кафедрой комиссия) принимает во внимание:

- правильность решения предложенных задач;

- деятельность студента в период практики;
- степень полноты выполнения программы, овладение основными профессиональными навыками;
- содержание и качество оформления отчета;
- качество ответов студента на вопросы во время устного отчета.

По результатам защиты выставляется зачёт с оценкой.

При изучении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены:

- Индивидуальные консультации;
- Снижение числа заданий или требований, необходимых для получения аттестации по данной практике.

## **6. Образовательные технологии, используемые на учебной/производственной практике**

При прохождении вычислительной практики используются следующие современные образовательные технологии:

- Информационно-коммуникационные технологии
- Проектные методы обучения
- Исследовательские методы в обучении
- Проблемное обучение

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки «Прикладная математика и физика» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При прохождении практики инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены:

- индивидуальные консультации;
- увеличение времени на 30% при защите практики.

## **7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на учебной/производственной практике**

Прохождение вычислительной практики отнесено к категории самостоятельной работы студента, выполняемой под руководством и контролем руководителя практики. Руководитель практики формулирует индивидуальное задание для студента осуществляет контроль за прохождением практики. Он формулирует контрольные вопросы и задания для проведения текущей аттестации по разделам (этапам) практики, осваиваемым студентом.

### **Перечень заданий по вычислительной практике**

1. Решение систем линейных уравнений  $[A]x = b$ ,  $[A]$  - квадратная матрица порядка  $n$ .

Задание:

Разработать программу решения системы линейных алгебраических уравнений одним из перечисленных методов:

- а) Метод исключения Гаусса с частичным выбором ведущего элемента
- б) Метод Холецкого (для положительно определенных матриц);
- в) Итерационный метод Гаусса – Зейделя.
- д) Метод сопряженных градиентов.

2. Решение нелинейного уравнения  $f(x) = 0$ , где  $f(x)$  - действительная функция.

Задание: Разработать программу решения нелинейного уравнения одним из методов:

- а) Метод деления отрезка пополам.
- б) Метод золотого сечения.
- в) Метод секущих
- г) Метод Ньютона-Рафсона
- д) Метод Мюллера.

3. Решение системы нелинейных уравнений.

Задание: Разработать программу решения системы нелинейных уравнений

$$f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0,$$

$$f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0,$$

.....

$$f_n(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0,$$

методом Ньютона.

4. Интерполяция данных.

Действительная функция  $f(x)$  задана на отрезке  $[a, b]$  таблицей значений

$x_i$	$x_0 = a$	$x_1$	$x_2$	...	$x_n = b$
$f(x_i)$	$f(x_0)$	$f(x_1)$	$f(x_1)$	...	$f(x_n)$

Задание: Разработать программу вычисления значения функции на отрезке с использованием одного из методов интерполяции данных:

- а) Интерполяционный полином Лагранжа.
- б) Кусочно-полиномиальная (кубическая) интерполяция.
- в) Интерполяция кубическими сплайнами.

5. Численные квадратуры.

5.1 Задание: разработать программу вычисления собственного интеграла

$$\int_a^b f(x) dx$$

одним из следующих методов:

- а) Формула трапеций
- б) Метод Симпсона
- в) Квадратурные формулы Гаусса порядка 2, 3, 4 и 5.

5.2. Задание: Разработать программу вычисления многомерного интеграла

$$\iiint_{\Omega} f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) dx_1 dx_2 \dots dx_n$$

методом Монте-Карло. Здесь  $\Omega$  - ограниченная замкнутая область в пространстве  $R^n$ .

6. Аппроксимация данных

Задача линейного метода наименьших квадратов формулируется следующим образом:

Пусть заданы  $N$  точек  $\{(x_i, y_i)\}, i = 1, 2, \dots, N$  и система линейно независимых функций  $\{f_i(x)\}, i = 1, 2, \dots, M$ . Требуется найти  $M$  таких коэффициентов  $c_i, i = 1, 2, \dots, M$ , чтобы функция

$$f(x) = \sum_{i=1}^M c_i f_i(x)$$

минимизировала сумму квадратов ошибок

$$\sum_{k=1}^M [f(x_k) - y_k]^2$$

Задание: Разработать программу для решения задачи линейного метода наименьших квадратов.

7. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

7.1. Задание: разработать программу решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты 4-го порядка.

7.2. Задание: Разработать программу решения методом стрельбы краевой задачи

$$-\frac{d}{dx} \left( p(x) \frac{df}{dx} \right) + q(x) f(x) = r(x),$$

$$f(0) = 0, \quad \left. \frac{df}{dx} \right|_{x=1} = 1,$$

где  $p(x), q(x)$  - положительные непрерывные функции,  $r(x)$  - непрерывная функция на отрезке  $[0,1]$ .

При выполнении предложенных выше заданий, студент должен написать и отладить на одном из алгоритмических языков: С, Паскаль, Фортран программу, реализующую соответствующий численный метод, провести решение тестовых примеров. Текст программы должен быть документирован и снабжен комментариями. Программа должна быть «универсальной», что значит следующее. Например, если речь идет о решении нелинейного уравнения  $f(x) = 0$ , то в качестве одного из аргументов программного модуля должна выступать ссылка на функцию, вычисляющую значение  $f(x)$  по заданному значению  $x$ .

### 8. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции и	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
4	0	0	0	40	0	40	20	100

#### Программа оценивания учебной деятельности студента

4 семестр

##### Самостоятельная работа

**1 этап: Ознакомительный этап**

**2 этап: Выполнение практических заданий**

**40 баллов**, которые даются за этот этап выполнения практики, разбиваются поровну на все задания, предложенные студенту для выполнения. За каждое из выполненных заданий выставляется оценка до **(40/N) баллов**, где **N** – общее количество практических заданий. Баллы даются в зависимости от полноты и правильности выполненных заданий (**1/2 максимального балла за задание**), ответов на контрольные и дополнительные вопросы руководителя практики (**1/4 максимального балла за задание**), степени самостоятельности студента при выполнении задания (**1/4 максимального балла за задание**). Общее число заданий **N** – 3-4 задания, на усмотрение руководителя практики.

##### Другие виды учебной деятельности

**3-5 этап: Подготовка отчёта**

После выполнения требуемого числа заданий практики, студент оформляет письменный отчёт (см. раздел «Формы промежуточной аттестации»).

Отчет должен отражать умение студента развёрнуто, логично и аргументировано излагать материал (**до 20 баллов по данному критерию**). Отчет должен содержать цели, описание и характеристику работ, проведенных студентом, с изложением методов и полученных результатов и выводы по практике (**до 10 баллов**). К отчету по вычислительной практике могут быть приложены материалы анализа по работе, схемы, графики, таблицы, методики расчетов, методики проводимых исследований и др. При использовании научной (технической) литературы при написании отчета студент обязан делать ссылки на автора и источник, откуда он заимствует сведения, используемые в ходе практики. В тексте отчета недопустимыми являются орфографические и синтаксические ошибки и опiski, небрежное оформление рисунков, таблиц, схем. Качество оформления отчёта оценивается в размере **до 10 баллов**.

Всего по данному этапу студент может получить до **40 баллов**

### **Промежуточная аттестация**

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Вычислительная практика» является дифференцированный зачет. Зачет проводится в виде устного собеседования по материалам подготовленного отчета. Отчет подписывается студентом и принимается руководителем практики с выставлением оценки по результатам собеседования. При оценке работы студента во время собеседования руководитель практики (или назначенная заведующим кафедрой комиссия) принимает во внимание:

- правильность решения предложенных задач;
- деятельность студента в период практики;
- степень полноты выполнения программы, овладение основными профессиональными навыками;
- содержание и качество оформления отчета;
- качество ответов студента на вопросы во время устного отчета.

При проведении промежуточной аттестации в устной форме используется следующая система оценивания:

#### **16 – 20 баллов:**

Студент демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала по программе практики, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, творческие способности в понимании, изложении и использовании материала.

#### **11 – 15 баллов:**

Студент демонстрирует полное знание учебного материала, правильно выполняет задания, предусмотренные программой, показывает систематический характер знаний по дисциплине.

#### **6 – 10 баллов:**

Студент демонстрирует знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по

специальности, однако допускает погрешности в ответе и при выполнении заданий, но способен их устранить под руководством преподавателя.

**0 – 5 баллов:**

Студент демонстрирует «отрывочные» знания основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в ответе и при выполнении заданий.

Всего по результатам этого этапа студент может получить до **20 баллов**.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5 семестр по практике «Вычислительная практика» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Вычислительная практика» в оценку (дифференцированный зачёт):

80-100 баллов	«отлично»
60-79 баллов	«хорошо»
40-59 баллов	«удовлетворительно»
0-39 баллов	«неудовлетворительно»

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной/производственной практики.

### а) основная литература:

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. Изд-во: "БИНОМ. Лаборатория знаний". 2011. ISBN: 978-5-9963-0802-6.
2. Шевцов Г.С., Крюкова О.Г., Мызникова Б.И. Численные методы линейной алгебры. Изд-во: «Лань». 2022.-528 с. ISBN: 978-5-8114-1246-4. ЭБС «Лань» электронный ресурс.
3. Срочко В.А. Численные методы. Курс лекций. Изд-во «Лань». 2022.-208 с. ISBN: 978-5-8114-1014-9. ЭБС «Лань» электронный ресурс.

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.  
[http://gsnti-norms.ru/norms/common/doc.asp?0&/norms/stands/7\\_32.htm](http://gsnti-norms.ru/norms/common/doc.asp?0&/norms/stands/7_32.htm)
2. ГОСТ 19.101-77 Единая система программной документации. Виды программ и программных документов  
[http://www.rugost.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=48&Itemid=50](http://www.rugost.com/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=50)
3. Лицензионное ПО: система символьной математики Mathematica 8;
4. Свободно распространяемое ПО: система визуализации численных данных GnuPlot (<http://www.gnuplot.info/>); система обработки векторных данных Inkscape ([www.inkscape.org/](http://www.inkscape.org/)); система профессиональной вёрстки текстов LaTeX ([latex-project.org](http://latex-project.org));
6. Образовательный математический сайт <http://www.exponenta.ru/>, сайты, указанные в нём, а также профессиональные и любительские форумы в сети Интернет по заданной тематике.

**10. Материально-техническое обеспечение учебной/производственной практики.**

Для проведения практической подготовки в рамках вычислительной практики используются сетевые и компьютерные инфраструктуры учебной лаборатории нелинейной динамики, лаборатории «Магнитные Метаматериалы» СГУ и компьютерных классов.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.03.01 «Прикладные математика и физика» («Нелинейный процессы в микроволновых системах»)

Автор  
Ассистент



Хутиева А.Б.

Программа одобрена на заседании кафедры нелинейной физики от 22 июня 2023 года, протокол № 11.