

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

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ  
директор института физики  
д.ф.м.н., профессор Вениг С.Б.



Программа учебной практики  
Вычислительная практика

Направление подготовки бакалавриата  
03.03.03 «Радиофизика»

Профиль подготовки бакалавриата  
Информационные технологии и компьютерное моделирование в радиофизике

Квалификация (степень) выпускника:  
Бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Сергеев К.С.		14.06.2023
Председатель НМК	Скрипаль А.В.		16.06.2023
Заведующий кафедрой	Стрелкова Г.И.		14.06.2023
Специалист Учебного управления			

## **1. Цели учебной практики «Вычислительная практика»**

Целями учебной практики «Вычислительная практика» являются:

1. Приобретение учащимися практических навыков исследования математических моделей динамических систем, демонстрирующих сложную динамику и изменение режимов функционирования при изменении управляющих параметров;

2. Приобретение учащимися практических навыков программирования на алгоритмическом языке высокого уровня «С»;

3. Формирование системы компетенций, направленных на понимание принципов работы современных информационных технологий и использование их для решения задач профессиональной деятельности.

Задачей практики является выполнение индивидуальных учебных заданий по написанию программ для ЭВМ на языке «С» для численного анализа математических моделей нелинейных систем и проведение исследований динамики базовых моделей автоколебательных систем.

Цели и задачи практики отвечают задачам профессиональной подготовки бакалавров по направлению 03.03.03 «Радиофизика» по освоению современных методов проведения экспериментальных исследований и численного моделирования колебательных и волновых процессов в современных радиофизических устройствах и системах иной природы.

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

Тип учебной практики: вычислительная практика.

Способом и формой проведения практики являются лабораторные занятия в компьютерном классе, в ходе которых учащиеся решают конкретные задачи, предусматривающие написание программ для проведения численного интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений или итерирования дискретных отображений, представляющих собой математические модели динамических систем со сложной динамикой. Далее проводится исследование режимов функционирования соответствующих систем при изменении управляющих параметров. Вычислительная практика проводится в учебной лаборатории радиофизики кафедры радиофизики и нелинейной динамики Института физики СГУ. Лаборатория оснащена компьютерами с необходимым программным обеспечением (ауд. 52 3-го учебного корпуса СГУ).

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

Вычислительная практика (Б2.О.02(У)) входит в обязательную часть Блока 2 «Практика» рабочего учебного плана ООП профиля «Информационные технологии и компьютерное моделирование в радиофизике» направления подготовки бакалавров 03.03.03 «Радиофизика». Входные знания, умения и компетенции, необходимые для успешного прохождения практики, формируются в процессе изучения дисциплин:

«Численные методы решения прикладных задач», «Математический анализ и теория функций комплексной переменной», «Введение в математические основы физики», «Введение в информационные технологии», «Компьютерные технологии в радиофизике и нелинейной динамике», «Методика подготовки научных работ и отчетов».

Знания и навыки, полученные при прохождении практики, служат методической основой для прохождения последующих занятий по курсам «Моделирование динамики сложных систем», «Методология и практика научно-исследовательской деятельности», «Теория колебаний», «Введение в нелинейную динамику», «Теория динамического хаоса», «Семинар по ВКР», «Научно-исследовательская практика».

#### 4. Результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p><b>ОПК-3.</b> Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p><b>1.1_Б.</b> Понимает процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы реализации таких процессов и методов</p> <p><b>2.1_Б.</b> Выбирает и использует современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.</p> <p><b>3.1_Б.</b> Анализирует профессиональные задачи, выбирает и использует подходящие ИТ-решения.</p>	<p><b>Знать</b> методы поиска, сбора и обработки информации; основные принципы составления программных алгоритмов; современные численные методы, применяемые при решении практических задач, в том числе методы численного интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, методы анализа динамики систем с дискретным временем, методы построения сечения Пуанкаре.</p> <p><b>Уметь</b> выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные технологии, инструментальные среды; составлять программы на языке C, оценивать ошибку вычислений, проводить анализ фазовых траекторий, оценивать точность нахождения их пересечения с выбранной секущей плоскостью, идентифицировать режим</p>

		<p>динамики при анализе сечения Пуанкаре и проекций фазовых траекторий.</p> <p><b>Владеть</b> навыками выбора и использования подходящего ИТ-решения; практическими навыками решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка методами Рунге-Кутты различного порядка, методами уточнения точек бифуркационных переходов при изменении управляющих параметров математических моделей.</p>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 5. Структура и содержание учебной практики

Общая трудоемкость учебной практики составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды учебной работы на практике, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Формы текущего контроля
		Практика	
1	<b>Раздел 1. Подготовительный этап</b>	<b>10</b>	
2	1.1. Инструктаж по технике безопасности для допуска к работе в вычислительной лаборатории кафедры. Общее знакомство с программой вычислительной практики.	2	Проведение интерактивных занятий.
3	1.2. Знакомство с индивидуальными заданиями, методами их решения и требованиями к подготовке отчетов	4	
4	1.3. Знакомство с алгоритмами решения задач вычислительной практики, вариантами контроля погрешности вычислений.	4	
5	<b>Раздел 2. Создание программ для решения задач вычислительной практики</b>	<b>54</b>	

6	2.1. Подготовка блок-схем алгоритмов решения задач в соответствии с индивидуальными заданиями.	12	Проведение интерактивных занятий, проверка отчетов
7	2.2. Написание программного кода, отладка и тестирование программ для решения индивидуальных заданий	22	
8	2.3. Проведение предварительных вычислений и доработка программного кода по их результатам.	20	
9	<b>Раздел 3. Вычислительный этап</b>	<b>68</b>	
10	3.1. Проведение вычислений при изменении управляющих параметров одной из базовых моделей нелинейной теории колебаний.	20	Проведение интерактивных занятий, проверка отчетов
11	3.2. Подготовка результатов вычислений для включения в отчет по практике.	10	
12	3.3. Самостоятельная работа студентов по индивидуальным экспериментальным задачам.	22	
13	3.4. Консультации руководителя практики, обсуждение текущих вопросов по заданиям.	16	
14	<b>Раздел 4. Подготовка отчета по практике</b>	<b>16</b>	
15	Семинар по подведению итогов выполнения индивидуальных заданий в виде кратких докладов студентов по итогам проделанной работы. Подготовка и представление отчетов по вычислительной практике.	16	Проведение интерактивных занятий, проверка отчета по практике, выступления с устными докладами
	<b>Промежуточная аттестация</b>		<b>Зачет</b>
	<b>ИТОГО за семестр:</b>	<b>144</b>	

### **Формы проведения учебной практики**

Лабораторная практика

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

Вычислительная практика проводится в течение двух и двух третьих недель в четвертом семестре после завершения весенней сессии (26.06-09.07). Она проходит в учебной лаборатории радиофизики кафедры радиофизики и нелинейной динамики института физики СГУ. Используется учебная аудитория № 52 3-го корпуса СГУ.

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

По результатам прохождения вычислительной практики выставляется *зачет с оценкой* на основании доклада студента по итогам практики и представленном студентом отчета по практике. Промежуточная аттестация проводится в зимнюю сессию, после пятого семестра.

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

При проведении вычислительной практики используется комплекс образовательных технологий: семинарские занятия, консультации, работа по освоению вычислительных задач, индивидуальная научно-исследовательская работа студентов (вычислительная), подготовка и сдача отчетов по практике.

Профессиональные навыки формируются у обучающихся в ходе практической подготовки, которая проводится в учебной лаборатории радиофизики кафедры радиофизики и нелинейной динамики и включает работу с вычислительной техникой, освоение методов численного моделирования и исследования динамики сложных систем, обучение грамотному формулированию результатов научных исследований.

*Для студентов с ограниченными возможностями здоровья и инвалидностью* предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все задания по желанию обучающихся могут проводиться в письменной форме.

Обучающиеся обеспечиваются электронными образовательными ресурсами: электронными пособиями, заданиями для выполнения практических работ. Предусмотрена возможность получения данных средств на университетском и кафедральном сайтах, а также при непосредственном общении с преподавателем по электронной почте.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30% аудиторных

занятий.

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

Важную роль при прохождении учебной практики «Вычислительная практика» играет самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к познавательной деятельности;
- овладению приёмами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа студентов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями основной образовательной программы по направлению подготовки бакалавров 03.03.03 – Радиофизика.

К самостоятельной работе относятся:

- самостоятельная работа на практических занятиях;
- внеаудиторная самостоятельная работа.

### Контрольные вопросы для проверки самостоятельной работы студентов

1. Как решаются задачи численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений 1-го порядка с помощью рядов Тейлора?
2. В чем состоит метод Эйлера, и какие у него ограничения?
3. Что такое исправленный метод Эйлера, какую точность он обеспечивает?
4. В чем отличие модифицированного и обычного метода Эйлера?
5. Методы Рунге-Кутты разных порядков: провести их сравнение.
6. В чем состоят оптимизации алгоритмов численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений?
7. Как обеспечивается контроль шага интегрирования?
8. Методы численного интегрирования с переменным шагом.
9. Обобщение методов численного интегрирования на случай систем обыкновенных дифференциальных уравнений 1-го порядка.
10. Как проводится поиск точек бифуркаций при численном исследовании модельных систем?
11. Методы построения сечения Пуанкаре.
12. Какие накладываются условия при выборе секущей плоскости?
13. Как уточнить координаты точек в сечении Пуанкаре?
14. Как определить погрешность вычислений при численном интегрировании?
15. Почему необходимо исключать переходные процессы при анализе бифуркационных переходов?

## Виды самостоятельной работы

Раздел/Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Литература
Раздел 1	Изучение рекомендованной литературы, знакомство с предложенными Интернет-ресурсами	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Раздел 2	Изучение рекомендованной литературы, знакомство с предложенными Интернет-ресурсами. Ознакомление с методами численного решения прикладных задач. Проработка контрольных вопросов. Подготовка к практической работе.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Раздел 3	Изучение рекомендованной литературы, знакомство с предложенными Интернет-ресурсами. Ознакомление с методами численного решения прикладных задач. Проработка контрольных вопросов. Подготовка к практической работе.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Раздел 4	Подготовка отчета по практике, электронной презентации и устного доклада	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»

## 8. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.2 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
4	0	0	40	40	0	0	0	80
5	0	0	0	0	0	0	20	10
<b>Итого</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### 4-й семестр

##### Лекции

Не предусмотрены.

##### Лабораторные занятия

Не предусмотрены

##### Практические занятия

от 0 до 40 баллов.

Оценивается активность студента в процессе обсуждения задач в аудитории, уровень подготовки к занятиям и правильность выполнения заданий.



### **Самостоятельная работа**

от 0 до 40 баллов. Оцениваются качество и количество выполненных домашних работ, грамотность в оформлении, правильность выполнения заданий.

### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено

### **Другие виды учебной деятельности**

Не предусмотрены

### **Промежуточная аттестация**

Не предусмотрена

Максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 4-й семестр по учебной практике «Вычислительная практика» составляет **80** баллов.

### **5-й семестр**

#### **Лекции**

Не предусмотрены.

#### **Лабораторные занятия**

Не предусмотрены

#### **Практические занятия**

Не предусмотрены

#### **Самостоятельная работа**

Не предусмотрены

#### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено

#### **Другие виды учебной деятельности**

Не предусмотрены

#### **Промежуточная аттестация**

от 0 до 20 баллов.

Оценивается содержание и качество итогового отчета и доклада студента по вычислительной практике, который представляется студентом в результате прохождения практики.

При промежуточной аттестации:

ответ на «зачтено» оценивается от 10 до 20 баллов

ответ на «не зачтено» оценивается от 0 до 9 баллов

Максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5-й семестр по учебной практике «Вычислительная практика» составляет **20** баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 4-й и 5-й семестры по практике «Вычислительная практика» составляет **100** баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по практике «Вычислительная практика» в оценку (зачет с оценкой):

85-100 баллов	зачтено («отлично»)
71-84 баллов	зачтено («хорошо»)
51-70 баллов	зачтено («удовлетворительно»)
0-50 баллов	не зачтено («не удовлетворительно»)

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной практики**

а) литература:

1. Калиткин Н.Н. Численные методы [Текст]: учебное пособие / Н.Н. Калиткин; под ред. А.А. Самарского. – 2-е изд. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011. – 592 с. (53 экз.)
2. Окулов С.М. Основы программирования [Текст] / С.М. Окулов. – М: Бинوم. Лаборатория знаний, 2006. – 440 с. (8 экз.), 2008. – 440 с. (5 экз.)
3. Киреев В.И. Численные методы в примерах и задачах [Текст] / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. – М: Высшая школа, 2006. – 480 с. (12 экз.)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Сайт кафедры радиофизики и нелинейной динамики СГУ <http://chaos.sgu.ru>
2. Свободно распространяемые операционные системы Debian 8/9/10/11 или OpenSuse 14/15/42.
3. Свободно распространяемые офисные пакеты LibreOffice/OpenOffice.
4. Пакеты офисных программ MS Office 2003/2007.
5. Операционные системы MS Windows XP/7/8/10.
6. Свободно распространяемый браузер Firefox.

## **10. Материально-техническое обеспечение учебной практики**

Для проведения практики используется компьютерный класс кафедры радиофизики и нелинейной динамики (ауд. 52 3-го учебного корпуса). Помещение соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности и охраны труда при проведении учебных, научно-исследовательских работ. Используются персональные ЭВМ, объединенные в локальную сеть с выходом в Интернет, с лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, электронные учебные пособия.

**Место осуществления практической подготовки:** учебная лаборатория радиофизики кафедры радиофизики и нелинейной динамики.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика», профиль «Информационные технологии и компьютерное моделирование в радиофизике».

Автор – доцент кафедры радиофизики и нелинейной динамики, к.ф.-м.н., доцент К.С. Сергеев.

Программа одобрена на заседании кафедры радиофизики и нелинейной динамики от 14.06.2023, протокол № 13.