

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

(Наименование Института/факультета - разработчика рабочей программы)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

Вениг С.Б.

"24"

20 22г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)  
**Численные методы и математическое моделирование в физике живых систем**  
(Наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки бакалавриата

**03.03.02 Физика**

Профиль подготовки бакалавриата

**Физика живых систем**

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр




Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Саратов,

20 22

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Симоненко Г.В.		23.05.22
Председатель НМК	Скрипаль А.В.		23.05.22
Заведующий кафедрой	Тучин В.В.		23.05.22
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины «**Численные методы и математическое моделирование в физике живых систем**» состоят в обеспечении студентов знаниями и навыками в области квалифицированного применения компьютерной техники при решении специализированных вычислительных задач по профилям подготовки, что соответствует основной цели бакалавриата в части получения образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности в РФ и за рубежом, обладать соответствующими компетенциями, способствующими его социальной мобильности, востребованности на рынке труда и успешной профессиональной карьере.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование в физике живых систем» относится к вариативной части (обязательные дисциплины) блока (Б1) «Дисциплины( )» (Б1.О.22).

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование в физике живых систем» в рамках учебного плана читается в 3 семестре. Она создает основу для читаемой в 4 семестре дисциплины того же модуля. Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование в физике живых систем» призвана формировать как профессиональные знания, так и общий уровень образованности в области компьютерных технологий и их роли в современной мире.

При освоении данной дисциплины необходимы базовые знания по информатике, общие представления о логических операциях, начальное умение пользоваться общеупотребительным программным обеспечением компьютера, что достигается предшествующим освоением дисциплин модуля «Биоинформатика»: «Информационные технологии в физике живых систем» в 1 семестре и «Основы обработки цифровой информации» во 2 семестре.

Знания, полученные при освоении дисциплины «Численные методы и математическое моделирование в физике живых систем» необходимы для расширения общенаучного кругозора обучающихся в части применения компьютерной техники в целях сбора и обработки данных.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
--------------------------------	--	---------------------

<p>ОПК-2;Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Знать:</b> Численные методы решения систем алгебраических и дифференциальных уравнений и их типовую алгоритмическую реализацию, основные численные методы обработки экспериментальных данных.</li> <li>• <b>Уметь:</b> Выбрать соответствующий задаче численный метод, оценить условия достижения необходимой точности и необходимые для этого вычислительные ресурсы.</li> <li>• <b>Владеть:</b> Практическими навыками по адаптации изученных численных методов для решения типовых задач в области физики живых систем.</li> </ul>
--	--	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Численные методы и математическое моделирование в физике живых систем»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (всего к изучению 72 часов, аудиторных -36 и включает 18 часов лекционных занятий, 36 часа на самостоятельную работу студентов. Форма аттестации- экзамен.

##### 4.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы
-------	-------------------	---------	-----------------	--	--

				(в часах)				промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лек.	Пр.	СРС	КР		
1	Введение	3	1	3	3	9			
2	Методы аппроксимации.	3	2,3	3	3	9			
3	Решение нелинейных уравнений	3	4,5	3	3	9			
4	Численное интегрирование	3	6,7	3	3	9			
5	Численные методы поиска решений обыкновенных дифференциальные уравнения	3	8,9,10	3	3	9			
6	Решение системы линейных неоднородных уравнений	3	11,12,13	3	3	9			
				18	18	36	Итоговой	экзамен	
			ИТОГО	72					

#### 4.2. Содержание дисциплины

1. Введение. Вычислительные модели. Вычислительная физика. Приближенные числа. Понятие погрешности. Погрешности вычислений. Источники погрешности. Уменьшение погрешности. Устойчивость. Корректность. Сходимость.

2. Методы аппроксимации. Понятие о приближении функции. Точечная аппроксимация. Непрерывная аппроксимация. Интерполирование. Использование рядов. Использование полиномов. Полином Лагранжа, полином Ньютона. Линейная интерполяция. Аппроксимация методом наименьших квадратов. Выражение коэффициентов линейной аппроксимации в методе наименьших квадратов.

3. Решение нелинейных уравнений. Теорема о существовании решения нелинейного уравнения произвольного вида. Геометрическая интерпретация решения одного нелинейного уравнения. Метод деления отрезка пополам (метод дихотомии, метод бисекции). Метод хорд (секущих). Метод Ньютона (касательных). Метод простых итераций. Решение алгебраических уравнений. Решение системы нелинейных уравнений.

4. Численное интегрирование. Метод прямоугольников и трапеций. Метод Симпсона. Использование сплайнов. Адаптивные алгоритмы. Особые случаи. Кратные интегралы. Метод Монте – Карло.

5. Численные методы поиска решений обыкновенных дифференциальных уравнения. Постановка задач. Разностные методы. Задача Коши. Метод Эйлера. Модифицированный метод Эйлера. Методы Рунге – Кутты. Многошаговые методы. Повышение точности решения. Краевые задачи. Метод стрельбы (пристрелки). Метод конечных разностей.

6. Решение системы линейных неоднородных уравнений. Теорема о существовании решения системы неоднородных линейных уравнений. Задачи линейной алгебры. Прямые методы решения. Метод Крамера. Метод Гаусса. Метод прогонки. Другие прямые методы. Итерационные методы решения. Метод простой итерации. Метод Гаусса - Зейделя.

## **5. Образовательные технологии**

При реализации дисциплины «Численные методы и математическое моделирование в физике живых систем» используются следующие виды учебных занятий: лекции, консультации, лабораторные работы (практические занятия), самостоятельные работы.

В рамках лекционных занятий предусмотрены активные формы учебного процесса: разбор конкретных ситуаций, компьютерные демонстрации с использованием современных систем компьютерной техники.

### **Условия обучения для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:**

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.
- использование индивидуальных графиков прохождения практики.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **Виды самостоятельной работы студента**

Виды самостоятельной работы студента:

- изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованным учебным пособиям, монографической учебной литературе;
- самостоятельное изучение некоторых теоретических вопросов, выделенных в программе дисциплины, не рассмотренных на лекциях;
- изучение теоретического и технического материала по методическим руководствам и документации.

**Порядок выполнения и контроля самостоятельной работы студентов:**

- предусмотрена еженедельная сверхкороткая самостоятельная работа обучающихся по изучению теоретического лекционного материала и итогам самостоятельной работы; контроль выполнения этой работы предусмотрен в начале каждого лекционного занятия по данной дисциплине;
- самостоятельное изучение некоторых теоретических вопросов, выделенных в программе дисциплины и не рассмотренных на лекциях предусматривается по мере изучения соответствующих разделов, в которых выделены эти вопросы для самостоятельного изучения; контроль выполнения этой самостоятельной работы предусмотрен в рамках промежуточного контроля по данной дисциплине;
- выполнение и письменное оформление комплекса заданий теоретического характера, расчетных и графических по основным разделам дисциплины предусмотрено еженедельно по мере формулировки этих заданий на лекциях; предусматривается письменное выполнение этой самостоятельной работы с текстовым, включая формулы, и графическим оформлением; контроль выполнения этой самостоятельной работы предусмотрен при завершении изучения дисциплины по представленному в печатном виде отчету по этому виду самостоятельной работы;

**Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (перечень экзаменационных вопросов):**

1. Что такое сходимость решения?
2. Определение итерации и рекуррентных соотношений.
3. Определение корректности решения.
4. Определение устойчивости решения.
5. Чем отличается интерполяция функции от ее аппроксимации?
6. Назвать основные виды интерполяции функции.
7. Что такое сплайн?
8. Сформулировать основную теорему о существовании решения произвольного нелинейного уравнения.
9. Как связаны между собой методы секущих и Ньютона для решения нелинейного уравнения?

10. Когда можно использовать метод простых итераций для решения нелинейного уравнения?
11. Перечислить наиболее простые методы вычисления одномерного определенного интеграла.
12. Какой вид интерполяции функции используется при получении формулы Симпсона для вычисления одномерного определенного интеграла?
13. Когда используется метод Монте-Карло для нахождения значения определенного интеграла?
14. Что такое обыкновенное дифференциальное уравнение  $n$ -го порядка?
15. Чем отличается задача Коши от краевой задачи?
16. Что такое конечная разность и конечный элемент?
17. Сформулировать теорему о существовании решения системы линейных неоднородных уравнений.
18. Какие прямые методы решения системы линейных неоднородных уравнений Вы знаете?
19. Какие задачи сводятся к задаче о решении системы линейных неоднородных уравнений?

### **Перечень заданий компьютерных лабораторных работ по дисциплине.**

1. Лабораторная работа **«Точность вычислений»**. В лабораторной работе предлагается определить величину машинного нуля для различных типов данных, определить точность представления числа. Предлагается определить величину «машинной бесконечности» для различных типов данных.
2. Лабораторная работа **«Интерполяция функции»**. Предлагается выполнить интерполирование функции, заданной табличными значениями, с помощью полиномов Лагранжа и Ньютона. Представить интерполяцию в графическом виде. Графически и таблично сравнить функцию, заданную аналитически, с интерполяционным представлением этой функции в промежуточных точках.
3. Лабораторная работа **«Решение нелинейного уравнения произвольного вида»**. Предлагается выполнить решение одного нелинейного уравнения произвольного вида тремя методами: методом дихотомии, методом хорд и методом Ньютона. Основными требованиями к решению задачи является: 1) проверка выполнения условия существования решения уравнения; 2) сравнение числа итераций в различных методах решения при одинаковой точности решения. Основными требованиями к программной реализации решения задачи являются: 1) блочная структура программы; 2) наличие графики в программном модуле.
4. Лабораторная работа **«Вычисление определенного интеграла»**. Предлагается осуществить вычисление значения определенного интеграла тремя способами: методом прямоугольников, трапеции и Симпсона.

Основными требованиями к решению задачи является сравнение числа итераций в различных методах решения при одинаковой точности решения и определение оптимального способа вычисления значения определенного интеграла. Основными требованиями к программной реализации решения задачи являются: 1) блочная структура программы; 2) наличие графики в программном модуле.

**5. Лабораторная работа «Решение задачи Коши для одного дифференциального уравнения первого порядка».** Предлагается решить обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка (задача Коши) одним из методов (Эйлера, модифицированный метод Эйлера, Рунге – Кутты) на выбор. Основными требованиями к программной реализации решения задачи являются: 1) блочная структура программы; 2) наличие графики в программном модуле.

5. Лабораторная работа **«Решение системы линейных неоднородных уравнений».** Предлагается выполнить решение системы линейных неоднородных уравнений произвольного ранга одним из двух методов: метод Крамера, метод Гаусса. Основными требованиями к решению задачи является проверка выполнения условия существования решения системы. Основным требованием к программной реализации решения задачи является блочная структура программы.

**Промежуточная аттестация проводится в виде зачета с оценкой.**

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

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре.

1	2	3	4	5	6	7	8	8
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
1	20	0	30	30	0	0	20	100

#### ***1-й семестр.***

#### ***Программа оценивания учебной деятельности студента***

##### **Лекции**

Посещение более 75% лекций -20 баллов

Посещение от 50 до 75% лекций -10 баллов

Посещение менее 50% лекций - 0 баллов

##### **Практические занятия.**

Правильное выполнение не менее 91% заданий на лабораторных занятиях – 30 баллов

Выполнение от 61% до 90% заданий – 20-29 баллов



Выполнение от 31% до 60% заданий – 10-19 баллов

Выполнение менее 30% заданий – 0-10 баллов

### **Лабораторные занятия:**

Не предусмотрено

### **Самостоятельная работа**

Правильное выполнение не менее 91% самостоятельных заданий – 30 баллов

Выполнение от 61% до 90% заданий – 20-29 баллов

Выполнение от 31% до 60% заданий – 10-19 баллов

Выполнение менее 30% заданий – 0-10 баллов

### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено.

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

Не предусмотрено.

### **Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация представляет собой зачёт с оценкой и проходит в виде защиты отчётов, написанных по итогам прохождения практики.

при проведении промежуточной аттестации  
ответ на «отлично» оценивается от 15 до 20 баллов;  
ответ на «хорошо» оценивается от 11 до 15 баллов;  
ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 10 баллов;  
ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за время прохождения ознакомительной практики составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по ознакомительной практике в оценку осуществляется в соответствии с таблицей 2:

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов в оценку

86 - 100 баллов	«отлично»
70 - 85 баллов	«хорошо»
50 - 69 баллов	«удовлетворительно»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Численные методы и математическое моделирование в физике живых систем»

### а) основная литература:

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы  
Издательство: "Лань" ISBN: 978-5-8114-1623-3. 2014.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=42190](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42190)

2. Волков Е.А. Численные методы Издательство: "Лань" ISBN: 978-5-8114-0538-1. 2008. 256 . [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=54](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=54)

3. Срочко В.А. Численные методы. Курс лекций. Издательство: "Лань"  
ISBN: 978-5-8114-1014-9. 2010. 208 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=378](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=378)

4. Рыжиков Ю. Вычислительные методы. СПб: БЧВ-Петербург. 2010. –  
400с. <http://ibooks.ru/reading.php?proctid=18465>

### б) дополнительная литература:

1. Овчинников С. В, Шевцов В. Н. Введение в методы вычислительной  
физики. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2017. - 107 с.

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

- 1 Операционная система Windows 10.
- 2 Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
- 3 Microsoft Office профессиональный 2010.
- 4 Язык программирования Quick BASIC 4.5.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Численные методы и математическое моделирование в физике живых систем»

### 9.1. Лекционное материально-техническое обеспечение:

Мультимедийный проектор, компьютер преподавателя, доступ в Интернет, специализированное программное обеспечение для демонстрационных вычислительных экспериментов.

9.2. Занятия по данной дисциплине проводится на базе компьютерного класса кафедры оптики и биофотоники, оснащенного нетбуков Irbis, обеспечивающего устойчивый выход в интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавриата 03.03.02 «Физика» с учетом профиля подготовки «Физика живых систем».

Автор: д.ф.-м.н., доцент Симоненко Г.В.

Программа одобрена на заседании кафедры оптики и биофотоники от 14.09.2021 года, протокол № 13/21.

Программа актуализирована на заседании кафедры оптики и биофотоники от 23.05.2022 года, протокол № 09/22.

.