

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Численные методы и математическое моделирование Б1.В.ОД.11

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Хуторова О.Г.

**Рецензент(ы):**

Стенин Ю.М.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Акчурин А. Д.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2015

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Хуторова О.Г. Кафедра радиоастрономии Отделение радиофизики и информационных систем ,  
Olga.Khutorova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Курс предназначен для подготовки бакалавров - физиков, содержит сведения об основных численных методах и их реализации на компьютерах. Целью освоения дисциплины "Численные методы и математическое моделирование" является получение студентами базовых знаний о современных методах обработки экспериментальных данных, способах построения моделей физических объектов и процессов и возможности их программной реализации на ЭВМ.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 12.03.04 Биотехнические системы и технологии и относится к обязательные дисциплины. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Цикл (раздел) ООП, к которому относится данная дисциплина -

Обязательные входные курсы: - Программирование, математический анализ, линейная алгебра, аналитическая геометрия.

Требования к знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин (модулей) - знания архитектуры персональных компьютеров и компьютерных сетей; умение эксплуатировать современную вычислительную технику, умение пользоваться современными алгоритмами и методами программирования.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

численные методы, необходимых бакалавру физики, их границы применимости

2. должен уметь:

использовать возможности различных численных методов при построении математических моделей физических объектов и процессов

3. должен владеть:

навыками реализации численных методов на ЭВМ, используя современные средства программирования и математических расчетов.

применять полученные знания на практике

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Цель и значение математического моделирования.	2	1	2	0	0	тестирование
2.	Тема 2. Погрешности.	2	1-3	4	6	0	тестирование контрольная работа
3.	Тема 3. Поиск корней нелинейных уравнений.	2	3-5	4	6	0	контрольная работа тестирование
4.	Тема 4. Вычисление определенных интегралов.	2	5-7	4	6	0	контрольная работа тестирование

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Задачи линейной алгебры.	2	7-9	4	6	0	контрольная работа тестирование
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			18	24	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Цель и значение математического моделирования.

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Компьютерный эксперимент в физике. Цель и значение математического моделирования и оптимизации. Определение и классификация моделей Основные этапы математического моделирования.

##### Тема 2. Погрешности.

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Представление целых и вещественных чисел в памяти ЭВМ. Погрешности. Вычисление значений простейших функций. Виды ошибок. Точность.

###### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

практическое занятие по теме, решение задач табуляция функций.

##### Тема 3. Поиск корней нелинейных уравнений.

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Элементы численных методов: Поиск корней нелинейных уравнений. Задачи на уточнение корней уравнений. Метод половинного деления (дихотомии). Метод касательных. Метод последовательных приближений.

###### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

практическое занятие по теме, решение задач

##### Тема 4. Вычисление определенных интегралов.

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Элементы численных методов: вычисление определенных интегралов. Задача численного интегрирования. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона (парабол). Задача вычисления интеграла с заданной точностью.

###### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

практическое занятие по теме, решение задач

##### Тема 5. Задачи линейной алгебры.

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Элементы численных методов: Задачи линейной алгебры. Массивы. Решение системы линейных уравнений. Метод Гаусса. Алгоритм. Приведение системы линейных уравнений к треугольному виду. Обратный ход.

###### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

практическое занятие по теме, решение задач

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Цель и значение математического моделирования.	2	1	подготовка к тестированию	6	тестирование
2.	Тема 2. Погрешности.	2	1-3	подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
				подготовка к тестированию	6	тестирование
3.	Тема 3. Поиск корней нелинейных уравнений.	2	3-5	подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
				подготовка к тестированию	6	тестирование
4.	Тема 4. Вычисление определенных интегралов.	2	5-7	подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
				подготовка к тестированию	6	тестирование
5.	Тема 5. Задачи линейной алгебры.	2	7-9	подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
				подготовка к тестированию	6	тестирование
Итого					66	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, решение задач на компьютере, программирование, компиляция, отладка и оценка полученных результатов). Кроме этого используются традиционные методы - сочетание лекционных и практических занятий. Часть практических заданий предлагается студентам для самостоятельной внеаудиторной работы.

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

### Тема 1. Цель и значение математического моделирования.

тестирование , примерные вопросы:

Цель и значение математического моделирования и оптимизации. Определение и классификация моделей. Основные этапы математического моделирования.

### Тема 2. Погрешности.

контрольная работа , примерные вопросы:

Решение задачи по теме табуляция функций из методического пособия п.7.2. [www.kpfu.ru/docs/F1231578127/computer.science.1st.year.1st.semester.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1231578127/computer.science.1st.year.1st.semester.pdf) С. 4-7

тестирование , примерные вопросы:

Погрешности. Вычисление значений простейших функций.

### Тема 3. Поиск корней нелинейных уравнений.

контрольная работа , примерные вопросы:

Решение задачи из методического пособия п.7.2. Поиск корней нелинейных уравнений.

[www.kpfu.ru/docs/F1231578127/computer.science.1st.year.1st.semester.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1231578127/computer.science.1st.year.1st.semester.pdf) С. 8-15

тестирование , примерные вопросы:

Элементы численных методов: Поиск корней нелинейных уравнений. Метод дихотомии. Метод Ньютона. Метод итераций.

#### **Тема 4. Вычисление определенных интегралов.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Решение задачи из методического пособия п.7.2. вычисление определенных интегралов.

[www.kpfu.ru/docs/F1231578127/computer.science.1st.year.1st.semester.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1231578127/computer.science.1st.year.1st.semester.pdf) С. 16-19

тестирование , примерные вопросы:

Элементы численных методов: вычисление определенных интегралов. Задача численного интегрирования. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона (парабол). Задача вычисления интеграла с заданной точностью.

#### **Тема 5. Задачи линейной алгебры.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Решение задачи из методического пособия п.7.2. Метод Гаусса.

[www.kpfu.ru/docs/F1231578127/computer.science.1st.year.1st.semester.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1231578127/computer.science.1st.year.1st.semester.pdf) С. 41-45

тестирование , примерные вопросы:

Элементы численных методов: Задачи линейной алгебры. Решение системы линейных уравнений. Метод Гаусса. Алгоритм. Приведение системы линейных уравнений к треугольному виду. Обратный ход.

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Текущий контроль осуществляется по посещениям лекций, практических занятий, тестированию.

Самостоятельная работа студентов включает следующие виды работ:

- изучение теоретического лекционного материала;
- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература, использование ресурсов интернета);
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к сдаче зачета по изучаемой дисциплине.

Самостоятельная работа и тестирование обеспечивается дополнительно ЭОР "Численные методы и математическое моделирование" <http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=1152>

Контролем усвоения материала является своевременное выполнение практических заданий (Решение задач).

Задачи для контрольных работ преподаватель практики дает из методических пособий (Раздел 7.1 настоящей программы). Виды задач:

1. Табуляция функции
2. Оценка интеграла методом прямоугольников.
3. Оценка интеграла методом трапеций.
4. Оценка интеграла методом Симпсона.
5. Решение уравнений. Метод дихотомии.
6. Решение уравнений. Метод Ньютона.
7. Решение уравнений. Метод итераций.
8. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса.
9. Решение задачи линейной оптимизации Симплекс методом

Общее количество баллов - 100



Работа в семестре - 50 б

Решение задач:

Всего в семестре преподаватель задает 7 задач из вышеприведенного списка.

Задачи 1-6 - по 5 баллов за готовую, своевременно сданную задачу

Задача 7 (повышенный уровень сложности) - 15 баллов максимум за готовую, своевременно сданную задачу

Итоговый контроль - зачет.

Для получения зачета студент должен выполнить все предложенные задания, ответить на вопросы билета и дополнительные вопросы преподавателя, показать понимание предмета и умение применять полученные знания на практике.

## ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Компьютер в лаборатории. Аналитические вычисления на компьютере. Основные направления современного применения ЭВМ.
2. Использование ЭВМ в научном эксперименте.
3. Математическое моделирование как метод научного познания. Классификация моделей.
4. Основные этапы математического моделирования.
5. Постановка задачи линейного программирования.
6. Графический метод линейной оптимизации
7. Аналитический симплекс - метод. Приведение задачи к каноническому виду. Базисные решения.
8. Аналитический симплекс - метод. Алгоритм метода.
9. Аналитический симплекс - метод. Метод искусственного базиса.
10. Постановка задач нелинейного программирования. Метод равномерного поиска.
11. Оптимизация унимодальных одномерных целевых функций. Метод дихотомии.
12. Оптимизация унимодальных одномерных целевых функций. Метод Фибоначчи.
13. Оптимизация многоэкстремальных одномерных целевых функций. Метод ломаных.
14. Оптимизация унимодальных многомерных целевых функций. Метод прямого поиска Хука - Дживса.
15. Оптимизация унимодальных многомерных целевых функций. Метод покоординатного спуска.
16. Оптимизация унимодальных многомерных целевых функций. Минимизация по правильному симплексу.
17. Оптимизация унимодальных многомерных целевых функций. Метод градиентного спуска.
18. Алгоритм оценки интеграла методом прямоугольников.
19. Алгоритм оценки интеграла методом трапеций.
20. Алгоритм оценки интеграла методом Симпсона.
21. Решение уравнений. Метод дихотомии.
22. Решение уравнений. Метод Ньютона.
23. Решение уравнений. Метод итераций..
24. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса.
25. Линейная интерполяция.
26. Интерполяция Лагранжа.
27. Метод наименьших квадратов.
28. Линейная регрессия.
29. Метод Монте-Карло.
30. задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
31. Метод Эйлера решения ОДУ.
32. Метод Гюна решения ОДУ.



33. Метод Рунге-Кутты решения ОДУ.

34. Решение задачи Коши для дифференциальных уравнений второго и более высоких порядков

35. Общие сведения о преобразовании Фурье. Непрерывное преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье.

36. Быстрое преобразование Фурье. Сравнение алгоритмов БПФ с прореживанием по времени и частоте.

### 7.1. Основная литература:

1. Журавлёв, А.А. Практикум по программированию на языке Си для физиков и радиофизиков. Часть 2. Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / А.А. Журавлев, В.Р.

Ильдирияков, Л.Э. Мамедова, Ю.М. Стенин, Р.Х. Фахртдинов, О.Г. Хуторова - Казань: Казанский университет, 2013. - 45 с.

<http://www.kpfu.ru/docs/F62762330/computer.science.1st.year.2nd.semester.pdf>

2. Мамедова, Ю.М. Стенин, Р.Х. Фахртдинов, О.Г. Хуторова - Казань: Казанский университет, 2013. - 43 с. <http://www.kpfu.ru/docs/F62762330/computer.science.1st.year.2nd.semester.pdf>

3. Хуторова О.Г., Стенин Ю.М., Журавлев А.А., Фахртдинов Р.Х., Зыков Е.Ю. Практикум по программированию на языке СИ. Учебно-методическое пособие. Часть 1. Казань. 2009.- 46 с. [www.kpfu.ru/docs/F1231578127/computer.science.1st.year.1st.semester.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1231578127/computer.science.1st.year.1st.semester.pdf)

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Математика и информатика: Учебник / В.Я. Турецкий; Уральский государственный университет. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2007. - 560 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-000171-5, 3000 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=123828>

2. Шапкин, А. С. Задачи с решениями по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике, математическому программированию [Электронный ресурс] : Учебное пособие для бакалавров / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. - 8-е изд. - М. :

Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2013. - 432 с. - ISBN 978-5-394-01943-2.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=430613>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Библиотека алгоритмов - <http://alglib.manual.ru>

Exponenta.ru - <http://www.exponenta.ru/>

Математическая библиотека - <http://mathedu.ru/>

сайт кафедры радиоастрономии - <http://old.ksu.ru/f6/k12/index.php>

сайт проф. Хуторовой О.Г. - <http://old.kpfu.ru/f6/index.php?id=12&idm=2&num=29>

Электронный курс ?Численные методы и математическое моделирование? -

<http://tulpar.kpfu.ru/enrol/index.php?id=1152>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Численные методы и математическое моделирование" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии".

Автор(ы):

Хуторова О.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Стенин Ю.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.