

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



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Дополнительные главы высшей математики Б1.В.ОД.7

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Шиманский В.В.

**Рецензент(ы):**

Менжевицкий В.С.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Бикмаев И. Ф.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 6147119

## 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) доцент, к.н. (доцент) Шиманский В.В. Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической геодезии , Slava.Shimansky@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) 'Дополнительные главы высшей математики' является получение студентами начальных навыков математического анализа экспериментальных данных и методов численного теоретического моделирования физических и астрономических явлений с использованием современных компьютерных возможностей.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе, 3, 4 семестры.

Дисциплина включена в раздел 'Дисциплины (модули)' дополнительной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр. Дисциплина относится к циклу С2 (математический и естественнонаучный цикл). Изучению данной дисциплины должно предшествовать изучение следующих

физико-математических дисциплин: математический анализа, линейная алгебра, аналитическая геометрия, дифференциальные уравнения, общая физика (механика, молекулярная физика, оптика и спектроскопия), информатика (основы ЭВМ, Фортран(программирование)), профессиональных дисциплин: общая астрономия, сферическая астрономия, астрометрия.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6 (общекультурные компетенции)	владеть культурой мышления, быть способным к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способность и готовностью самостоятельно приобретать с помощью информационных и наблюдательных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний
ПК-1 (профессиональные компетенции)	владение методами астрономического, физического и математического исследования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность к интенсивной научной и научно-исследовательской деятельности
ПК-6 (профессиональные компетенции)	владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией и общения через Интернет

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основы построения и применения методов численной обработки информации;
- простейшие способы анализа экспериментальных и теоретических данных;
- базовые принципы использования компьютеров для реализации численных методов,

2. должен уметь:

- адаптировать известные численные схемы для решения задач в области физики и астрономии;
- применять доступные компьютерные и программные ресурсы при реализации численных схем на ЭВМ;
- критически анализировать получаемую в процессе работы информацию.

3. должен владеть:

- базовым математическим аппаратом для анализа численной информации;
- набором стандартных методов обработки информации и численного моделирования;
- навыками программной реализации численных алгоритмов;

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 3 семестре; зачет в 4 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	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Введение.	3	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Интерполяция функций.	3	2-4	4	12	0	Контрольная работа
3.	Тема 3. Интерполяция функций на равноотстоящих узлах.	3	5-6	4	12	0	Контрольная работа
4.	Тема 4. Решение систем линейных уравнений.	3	7-20	2	14	0	Контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
5.	Тема 5. Решение нелинейных уравнений.	4	11-14	6	12	0	Контрольная работа
6.	Тема 6. Численное интегрирование.	4	15-18	6	12	0	Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Зачет
	Итого			24	62	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение.

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

Понятие о численных методах обработки информации. Принципы построения и применения разностных схем и их реализации на компьютерах. Требования к трудоемкости и точности численных методов при решении задач разных типов. Основы аппарата конечных приращений.

### Тема 2. Интерполяция функций.

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

Виды интерполирующих многочленов. Многочлен в форме Лагранжа. Оптимизация выбора узлов. Многочлен в форме Ньютона. Схема Эйткена расчета весовых коэффициентов.

#### **практическое занятие (12 часа(ов)):**

Контрольная работа с применением многочленов

### Тема 3. Интерполяция функций на равноотстоящих узлах.

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

Формулы Симпсона, Бесселя и Эверетта.. Численное дифференцирование. Требования к выбору узлов при дифференцировании Простейшие интерполяционные формулы дифференцирования

#### **практическое занятие (12 часа(ов)):**

Контрольная работа с применением численного дифференцирования

### Тема 4. Решение систем линейных уравнений.

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

Постановка задачи. Методы гауссовой прогонки: единственного деления и оптимального исключения. Вычисление определителей

#### **практическое занятие (14 часа(ов)):**

Контрольная работа с применением методов гауссовой прогонки

### Тема 5. Решение нелинейных уравнений.

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

онятие сходимости метода. Метод деления отрезка пополам. Методы простой и ускоренной итерации. Методы секущих и Ньютона и особенности их применения. .

#### **практическое занятие (12 часа(ов)):**

Контрольная работа с решением нелинейного уравнения

### Тема 6. Численное интегрирование.

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

Понятие квадратурной суммы. Интерполяционная квадратура. Формулы Ньютона - Котеса с равноотстоящими узлами. Повышение точности схем Ньютона ? Котеса. Формулы трапеций, Симпсона и трех восьмых.

**практическое занятие (12 часа(ов)):**

Контрольная работа по вычислению интегралов

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

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Интерполяция функций.	3	2-4	подготовка к контрольной работе	8	Контрольная работа
3.	Тема 3. Интерполяция функций на равноотстоящих узлах.	3	5-6	подготовка к контрольной работе	6	Контрольная работа
4.	Тема 4. Решение систем линейных уравнений.	3	7-20	подготовка к контрольной работе	8	Контрольная работа
5.	Тема 5. Решение нелинейных уравнений.	4	11-14	подготовка к контрольной работе	18	Контрольная работа
6.	Тема 6. Численное интегрирование.	4	15-18	подготовка к контрольной работе	18	Контрольная работа
	Итого				58	

**5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Образовательная технология включает гибкое взаимодействие двух основных форм обучения - лекционного изложения материала и практической реализацией конкретных методов.

Лекционный материал подается как в классической форме информационной лекции с одновременной иллюстрацией ее основных выводов на ЭВМ и интерактивным обсуждением получаемых результатов.

Особый акцент делается на развитии практических навыков обучающихся, связанных с реализацией численных методов на ЭВМ при решении часто встречающихся проблем физики и астрономии. Материал курса включает информацию о 5 базовых методах интерполяции, интегрирования, решения линейных и нелинейных уравнений, для применения каждого из которых студенты должны решить отдельную задачу, включающую программную реализацию на компьютере.

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

**Тема 1. Введение.**

**Тема 2. Интерполяция функций.**

Контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа с применением многочленов

### **Тема 3. Интерполяция функций на равноотстоящих узлах.**

Контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа с применением численного дифференцирования

### **Тема 4. Решение систем линейных уравнений.**

Контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа с применением методов прогонки

### **Тема 5. Решение нелинейных уравнений.**

Контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа с решением нелинейного уравнения

### **Тема 6. Численное интегрирование.**

Контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа по вычислению интегралов

### **Итоговая форма контроля**

зачет (в 4 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

1. Численные методы: типы, точность, трудоемкость, особенности реализации на ЭВМ.
2. Интерполяция функций. Типы записи многочленов и их точность. Требования к расположению узлов. Конечные приращения и разностные отношения. Схема Эйткена.
3. Интерполяционный многочлен в форме Лагранжа. Оптимальный выбор узлов при интерполяции.
4. Интерполяционный многочлен в форме Ньютона. Остаточный член многочлена и способ его уменьшения. Сходства и различия многочленов разных форм.
5. Численное дифференцирование. Требования к расположению узлов. Простейшие схемы дифференцирования интерполирующими полиномами.
6. Решение систем линейных уравнений методом единственного деления.
7. Решение систем линейных уравнений методом оптимального исключения.
8. Приложение методов Гаусса к нахождению определителей
10. Принципы построения метода ортогонализации.
11. Решения нелинейного уравнения методами простой и ускоренной итерации.
12. Методы декахотомии и секущих решения нелинейного уравнения.
13. Метод Ньютона. Сходимость разных методов решения нелинейных уравнений. Пути повышения сходимости.
14. Численное интегрирование, Понятия квадратурной суммы и квадратурных коэффициентов. Интерполяционная квадратура.
15. Формулы Ньютона - Котеса для интегрирования с равноотстоящими узлами.
17. Способы повышения точности формул Ньютона - Котеса. Формулы трапеций, Симпсона и "трех восьмых" и остаточные члены для них. Принцип деления отрезков.

#### **7.1. Основная литература:**

1. Гагарина Л.Г. Численные методы и программирование: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагариной. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 336 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0333-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/370603>

2. Абакумов М.В. Лекции по численным методам математической физики: Уч.пос./ М.В.Абакумов, А.В.Гулин; МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет вычисл. математике и кибернетики. - М.:НИЦ ИНФРА-М,2013-158 с.: 60x88 1/16. - (ВО:Бакалавр.). (о) ISBN 978-5-16-006108-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/364601>
3. Шевцов Г.С. Линейная алгебра: теория и прикладные аспекты: Учебное пособие / Г.С. Шевцов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Магистр: ИНФРА-М, 2010. - 528 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-9776-0163-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/203776>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Рудык Б.М. Линейная алгебра: Учебное пособие / Б.М. Рудык. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 318 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-004533-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/363158>
2. Крутицкая Н.Ч. Линейная алгебра в вопросах и задачах : учебное пособие / В.Ф. Бутузов, Н.Ч. Крутицкая, А.А. Шишкин, 2-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 248 с. ISBN 5-9221-0285-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/544586>
3. Сагитов Р. В., Шершнев В.Г. Линейная алгебра. Часть II. Линейное программирование, динамическое программирование и теория игр: Учебно-методическое пособие. - М.: Издательство 'Менеджер', 2007. - 192 с - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/347844>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Компьютерное моделирование физических процессов - <http://microsat.sm.bmstu.ru/e-library/MatLab/main.pdf>

Компьютерное моделирование физических процессов - <http://microsat.sm.bmstu.ru/e-library/MatLab/main.pdf>

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

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

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

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

Освоение дисциплины "Дополнительные главы высшей математики" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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.

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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации не предусмотрено .



Автор(ы):

Шиманский В.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Менжевицкий В.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.