

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**

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

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Математическое моделирование в астрономии и космологии БЗ+.ДВ.4

Направление подготовки: 050100.62 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Математика, информатика и информационные технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Игнатъев Ю.Г.

**Рецензент(ы):**

Попов А.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Игнатъев Ю. Г.

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

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

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

Регистрационный No

Казань  
2018

## 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) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Игнатъев Ю.Г. кафедра высшей математики и математического моделирования отделение педагогического образования , Ignatev-Yurii@mail.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины является, во-первых, знакомство студентов с основными математическими моделями астрономии, астрофизики и космологии. Во-вторых, исследование некоторых простейших моделей астрофизических и космологических объектов методами численного интегрирования и компьютерного моделирования в системе компьютерной математики.

Таким образом, с одной стороны, мы стремимся передать студентам современные знания о строении Вселенной, а с другой - научить их строить простейшие компьютерные модели изучаемых фундаментальных объектов. Курс интегрирует знания, полученные в ряде математических курсов, в частности, математического анализа, теории функций комплексного переменного, теории дифференциальных уравнений, а с другой стороны - знания, полученные в курсах блока информатики, механики и физики.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " БЗ+.ДВ.4 Профессиональный" основной образовательной программы 050100.62 Педагогическое образование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 5 курсе, 9 семестр.

Курс тесно интегрирован с дисциплинами: аналитическая геометрия и линейная алгебра, дифференциальная геометрия, математический анализ, теория функций комплексного переменного, информационные технологии в образовании, математическое моделирование, численные методы, математические основы физики. Знания, полученные в соответствующих курсах, являются необходимыми входными знаниями.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
СПК-10 (профессиональные компетенции)	способен понимать универсальный характер законов логики математических рассуждений, их применимость в различных областях человеческой деятельности, роль и место математики в системе наук, значение математической науки для решения задач, возникающих в теории и практике, общекультурное значение математики, владеет основными положениями истории развития математики, эволюции математических идей и концепциями современной математической науки
СПК-11 (профессиональные компетенции)	владеет современными формализованными математическими, информационно-логическими и логико-семантическими моделями и методами представления, сбора и обработки информации для учебных целей

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
СПК-12 (профессиональные компетенции)	владеет математикой как универсальным языком науки, средством моделирования явлений и процессов, способен пользоваться построением математических моделей для решения практических проблем, понимать критерии качества математических исследований, принципы экспериментальной и эмпирической проверки научных теорий, умением исследовать класс моделей, к которому принадлежит полученная модель конкретной ситуации, применяя математическую теорию
СПК-2 (профессиональные компетенции)	понимает, что фундаментальное знание является основой компьютерных наук готов применять знания теоретической информатики, фундаментальной и прикладной математики для анализа и синтеза информационных систем и процессов
СПК-3 (профессиональные компетенции)	владеет методами обучения математическому и алгоритмическому моделированию учебных задач научно-технического, экономического характера
СПК-4 (профессиональные компетенции)	способен использовать математический аппарат, методологию программирования и современные компьютерные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации
СПК-5 (профессиональные компетенции)	владеет методами алгоритмического моделирования для постановки математических задач, методами математического и алгоритмического моделирования при постановке и решении задач прикладного характера
СПК-6 (профессиональные компетенции)	готов к обеспечению компьютерной и технологической поддержки деятельности обучающихся в учебно-воспитательном процессе и внеурочной работе, умеет анализировать и проводить квалифицированную экспертную оценку качества электронных образовательных ресурсов и программно-технологического обеспечения для их внедрения в учебно-образовательный процесс
СПК-7 (профессиональные компетенции)	владеет методами создания математических моделей основных объектов изучения естественнонаучных дисциплин образовательного процесса и реализовывать их в компьютерных моделях
СПК-8 (профессиональные компетенции)	владеет основными положениями классических разделов математической науки, базовыми идеями и методами математики, системой основных математических структур и аксиоматическим методом
СПК-9 (профессиональные компетенции)	владеет культурой математического мышления, логической и алгоритмической культурой, способен понимать общую структуру математического знания, взаимосвязь между различными математическими дисциплинами, реализовывать основные методы математических рассуждений на основе общих методов научного исследования и опыта решения учебных и научных проблем, пользоваться языком математики и математической терминологией, корректно выражать и аргументировано обосновывать имеющиеся знания

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Студент должен демонстрировать следующие способности и готовности:

1. способность построения грамотной математической модели астрофизического или космологического объекта;
2. способность и готовность провести ее размерностный анализ и выделить комплексы безразмерных переменных;
3. продемонстрировать способность и готовность построения соответствующих алгоритмов решения задачи;
4. способность и готовность составить программу в пакете прикладной математики численного моделирования исследуемого объекта;
5. способность правильно выбрать соответствующие задаче численные методы и методы визуализации модели;
6. провести компьютерное моделирование и правильно описать его результаты.

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

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 9 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. Основные математические модели классической космологии	9	1-4	8	0	8	Компьютерная программа
2.	Тема 2. Гравитационная неустойчивость однородной самогравитирующей материи	9	5-8	8	0	8	Компьютерная программа
3.	Тема 3. Математические модели статических равновесных сферически-симметрических систем	9	9-13	10	0	10	Компьютерная программа
4.	Тема 4. Элементы стандартной космологической модели	9	14-18	10	0	10	Компьютерная программа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема . Итоговая форма контроля	9		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	0	36	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Основные математические модели классической космологии

#### *лекционное занятие (8 часа(ов)):*

1. Основные уравнения самосогласованной модели идеальной самогравитирующей жидкости в классической физике. 2. Теория Джинса гравитационных возмущений. Критерий гравитационной неустойчивости Джинса. Основные выводы. Математическая некорректность теории Джинса. 3. Классическая (ньютонова) космологическая модель. Постоянная Хаббла и скорость разбегания. 4. Компьютерное моделирование классической однородной космологической модели.

#### *лабораторная работа (8 часа(ов)):*

Компьютерное моделирование классической однородной космологической модели.

### Тема 2. Гравитационная неустойчивость однородной самогравитирующей материи

#### *лекционное занятие (8 часа(ов)):*

1. Теория возмущений классической однородной космологической модели. 2. Теория возмущений в пакете Maple.

#### *лабораторная работа (8 часа(ов)):*

Теория возмущений в пакете Maple.

### Тема 3. Математические модели статических равновесных сферически-симметрических систем

#### *лекционное занятие (10 часа(ов)):*

1. Гравитационная неустойчивость как механизм образования звезд. Размерностный анализ звездной эволюции: характерные масса и размер звезд, температура в их центре. 2. Уравнение состояния. Уравнение Клайперона-Клаузиса-Менделеева. Вырожденный газ фермионов. Степень идеальности газа. Суть явлений сверхпроводимости и сверхтекучести. 3. Математическая модель статического равновесия самогравитирующей идеальной жидкости. 4. Численное интегрирование уравнений модели статически равновесной самогравитирующей жидкости. Влияние уравнения состояния. Влияние методов численного интегрирования. 5. Сверхплотные звезды. Нейтронные звезды. Черные дыры. Эволюционный трек звезд, почему он определяется лишь начальной массой звезды. 6. Вычисление макроскопических параметров статистической системы в пакете Maple.

#### *лабораторная работа (10 часа(ов)):*

1. Гравитационная неустойчивость как механизм образования звезд. Размерностный анализ звездной эволюции: характерные масса и размер звезд, температура в их центре. 2. Численное интегрирование уравнений модели статически равновесной самогравитирующей жидкости. Влияние уравнения состояния. Влияние методов численного интегрирования. 3. Вычисление макроскопических параметров статистической системы в пакете Maple.

### Тема 4. Элементы стандартной космологической модели

#### *лекционное занятие (10 часа(ов)):*

1. Космологическая модель Фридмана, постоянная Хаббла и космологическое ускорение. Связь космологического ускорения с эффективным уравнением состояния. 2. Темная материя и темная энергия. Фундаментальное скалярное поле как носитель темной энергии. Тензор энергии-импульса скалярного поля, плотность энергии, уравнение состояния. 3. Стандартная космологическая модель: основные уравнения и анализ. Космологическая постоянная. Модель космологической инфляции. Численное интегрирование уравнений стандартной космологической модели. 4. Основы качественного анализа космологических моделей. Особые точки и их характеристики. 5. Фазовые портреты стандартной космологической модели в пакете Maple. 6. Фантомные скалярные поля и космологические модели, основанные на них. Численный анализ.

**лабораторная работа (10 часа(ов)):**

1. Стандартная космологическая модель: основные уравнения и анализ. Космологическая постоянная. Модель космологической инфляции. Численное интегрирование уравнений стандартной космологической модели. 2. Основы качественного анализа космологических моделей. Особые точки и их характеристики. 3. Фазовые портреты стандартной космологической модели в пакете Maple. 4. Фантомные скалярные поля и космологические модели, основанные на них. Численный анализ.

**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. Основные математические модели классической космологии	9	1-4		8	Компьютерная программа
2.	Тема 2. Гравитационная неустойчивость однородной самогравитирующей материи	9	5-8		8	Компьютерная программа
3.	Тема 3. Математические модели статических равновесных сферически-симметрических систем	9	9-13		10	Компьютерная программа
4.	Тема 4. Элементы стандартной космологической модели	9	14-18		10	Компьютерная программа
	Итого				36	

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

Используются активные и интерактивные формы проведения занятий, основанные на интегрировании методов информационных технологий и математического моделирования в системах компьютерной математики.

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



## **Тема 1. Основные математические модели классической космологии**

Компьютерная программа , примерные вопросы:

1. Основные уравнения самосогласованной модели идеальной самогравитирующей жидкости в классической физике. 2. Теория Джинса гравитационных возмущений. Критерий гравитационной неустойчивости Джинса. Основные выводы. Математическая некорректность теории Джинса. 3. Классическая (ньютонова) космологическая модель. Постоянная Хаббла и скорость разбегания. 4. Компьютерное моделирование классической однородной космологической модели.

## **Тема 2. Гравитационная неустойчивость однородной самогравитирующей материи**

Компьютерная программа , примерные вопросы:

5. Компьютерное моделирование классической однородной космологической модели. возмущений классической однородной космологической модели. 6. Теория возмущений в пакете Maple. 7. Гравитационная неустойчивость как механизм образования звезд. Размерностный анализ звездной эволюции: характерные масса и размер звезд, температура в их центре.

## **Тема 3. Математические модели статических равновесных сферически-симметрических систем**

Компьютерная программа , примерные вопросы:

8. Уравнение состояния. Уравнение Клайперона-Клаузиса-Менделеева. Вырожденный газ фермионов. Степень идеальности газа. Суть явлений сверхпроводимости и сверхтекучести.

## **Тема 4. Элементы стандартной космологической модели**

Компьютерная программа , примерные вопросы:

9. Математическая модель статического равновесия самогравитирующей идеальной жидкости. 10. Численное интегрирование уравнений модели статически равновесной самогравитирующей жидкости. Влияние уравнения состояния. Влияние методов численного интегрирования. 11. Сверхплотные звезды. Нейтронные звезды. Черные дыры. Эволюционный трек звезд, почему он определяется лишь начальной массой звезды. 12. Вычисление макроскопических параметров статистической системы в пакете Maple.

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

### **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО КУРСУ "МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В АСТРОНОМИИ И КОСМОЛОГИИ"**

2017/20-18 учебный год, Ю.Г. Игнатъев

1. Основные уравнения самосогласованной модели идеальной самогравитирующей жидкости в классической физике.
2. Теория Джинса гравитационных возмущений. Критерий гравитационной неустойчивости Джинса. Основные выводы. Математическая некорректность теории Джинса.
3. Классическая (ньютонова) космологическая модель. Постоянная Хаббла и скорость разбегания.
4. Компьютерное моделирование классической однородной космологической модели.
5. Теория возмущений классической однородной космологической модели.
6. Теория возмущений в пакете Maple.
7. Гравитационная неустойчивость как механизм образования звезд. Размерностный анализ звездной эволюции: характерные масса и размер звезд, температура в их центре.
8. Уравнение состояния. Уравнение Клайперона-Клаузиса-Менделеева. Вырожденный газ фермионов. Степень идеальности газа. Суть явлений сверхпроводимости и сверхтекучести.
9. Математическая модель статического равновесия самогравитирующей идеальной жидкости.



10. Численное интегрирование уравнений модели статически равновесной самогравитирующей жидкости. Влияние уравнения состояния. Влияние методов численного интегрирования.
11. Сверхплотные звезды. Нейтронные звезды. Черные дыры. Эволюционный трек звезд, почему он определяется лишь начальной массой звезды.
12. Вычисление макроскопических параметров статистической системы в пакете Maple.
13. Космологическая модель Фридмана, постоянная Хаббла и космологическое ускорение. Связь космологического ускорения с эффективным уравнением состояния.
14. Темная материя и темная энергия. Фундаментальное скалярное поле как носитель темной энергии. Тензор энергии-импульса скалярного поля, плотность энергии, уравнение состояния.
15. Стандартная космологическая модель: основные уравнения и анализ. Космологическая постоянная. Модель космологической инфляции. Численное интегрирование уравнений стандартной космологической модели.
16. Основы качественного анализа космологических моделей. Особые точки и их характеристики.
17. Фазовые портреты стандартной космологической модели в пакете Maple.
18. Фантомные скалярные поля и космологические модели, основанные на них. Численный анализ.

#### Литературу к экзамену

- 1) Я.Б. Зельдович, И.Д. Новиков. Теория тяготения и эволюция звезд. (Любое издание, начиная с 1971 г.).
- 2) Я.Б. Зельдович, И.Д. Новиков. Строение и эволюция Вселенной. (Любое издание, начиная с 1975 г.).
- 3) Ю.Г. Игнатъев. Классическая космология и темная энергия. Казань, изд-во АН РТ, 2016.
- 4) Ю.Г. Игнатъев, А.А. Агафонов. Математические модели теоретической физики с примерами решения задач в СКМ Maple. Изд-во АН РТ, 2016.
- 5) Ю.Г. Игнатъев. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple. Изд-во Казанского университета, 2014.
- 6) Файлы с программами, которые мы создали на практических занятиях.
- 7) Ю.Г. Игнатъев. Математическое моделирование в астрофизике и космологии: конспект лекций на моей странице, [https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1537791998/ModAstrCosmolBook.pdf?p\\_random=539787](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1537791998/ModAstrCosmolBook.pdf?p_random=539787)
- 8) Ю.Г. Игнатъев. Математическое моделирование в космологии: конспект лекций на моей странице, [https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F928816232/Cosmology.pdf?p\\_random=718962](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F928816232/Cosmology.pdf?p_random=718962)

#### 7.1. Основная литература:

Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple, Игнатъев, Юрий Геннадьевич, 2014г.

1. Игнатъев, Юрий Геннадиевич. Математические основы физики : с примерами решения задач в СКМ Maple : [учебник] / Ю. Г. Игнатъев, А. А. Агафонов ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского .- Казань : [Казанский университет], 2016 .- 239 с.
2. Игнатъев, Юрий Геннадиевич. Классическая космология и темная энергия : [компьютерное моделирование в гравитации] / Ю. Г. Игнатъев ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского .- Казань : Казанский университет : [Издательство АН РТ], 2016 .- 247 с.
3. Игнатъев, Юрий Геннадьевич. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple : [лекции для школы по математическому моделированию] / Ю. Г. Игнатъев ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского .- Казань : Казанский университет, 2014 .- 297 с.

4. Игнатъев, Юрий Геннадиевич. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple [Текст: электронный ресурс] : [лекции для школы по математическому моделированию] / Ю. Г. Игнатъев ; Казан. (Приволж.) федер. ун-тет, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского .- Электронные данные (1 файл: 19,09 Мб) .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) .- Загл. с экрана .- Для 8-го, 9-го и 10-го семестров. Режим доступа: открытый. URL:[http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05\\_120\\_000443.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_120_000443.pdf).
5. Кирсанов М. Н. Теоретическая механика. Сборник задач: Учебное пособие / М.Н. Кирсанов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 430 с.: 60x90 1/16. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=487544>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Строение и эволюция Вселенной / Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков .- Москва : Наука, 1975 .- 736 с.
2. Лекции по численным методам математической физики: Учебное пособие / М.В. Абакумов, А.В. Гулин; МГУ им. М.В. Ломоносова - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 158 с.: 60x88 1/16. (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-006108-5, 500 экз. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=364601>
3. Плохотников, К. Э. Метод и искусство математического моделирования [Электронный ресурс] : курс лекций / К. Э. Плохотников. - М. : ФЛИНТА, 2012. - 519 с. - ISBN 978-5-9765-1541-3 - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=456334>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

- Игнатъев Ю.Г. Релятивистская кинетическая теория неравновесных процессов в гравитационных полях - <http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/IgnAnnotation.htm>
- Игнатъев Ю.Г. Российская школа по гравитации и космологии Gracos-2009 и Международный семинар - <http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/Gracos2009%20.pdf>
- Игнатъев, Юрий Геннадиевич. Неравновесная Вселенная: кинетические модели космологической эволюции - <http://rgs.vniims.ru/books/universe.pdf>
- Ю.Г. Игнатъев, Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple - [http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/mmm\\_eor-s.pdf](http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/mmm_eor-s.pdf)
- Ю.Г. Игнатъев, А.А. Агафонов, Математические модели теоретической физики с примерами решения задач в СКМ Maple - [http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/MMTF\\_kfu.pdf](http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/MMTF_kfu.pdf)

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

Освоение дисциплины "Математическое моделирование в астрономии и космологии" 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.

1. Компьютеры.
2. Программное обеспечение: Maple 17.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 050100.62 "Педагогическое образование" и профилю подготовки Математика, информатика и информационные технологии .

Автор(ы):

Игнатьев Ю.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Попов А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.