

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

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

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Статистическое моделирование Б1.В.ДВ.11

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Чебакова В.Ю.

**Рецензент(ы):**

Габидуллина З.Р.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Миссаров М. Д.

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

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

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

Регистрационный No

## **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. Чебакова В.Ю. кафедра анализа данных и исследования операций отделение фундаментальной информатики и информационных технологий , VJChebakova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина 'Методы статистического моделирования' в рамках фундаментальной и специальной подготовки специалистов в области прикладной математики и информатики предусматривает изучение методов воспроизведения с помощью ЭВМ функционирования вероятностной модели некоторого объекта. Цель такого моделирования состоит в оценивании средних характеристик этих моделей.

Объектами профессиональной деятельности подготавливаемого специалиста является математическое и системное программное обеспечение решения широкого круга прикладных задач проектирования систем различного назначения.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел 'Б1.В.ДВ.10 Дисциплины (модули)' основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 'Прикладная математика и информатика (не предусмотрено)' и относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Осваивается на 3 курсе, в 6 семестре.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью проводить самостоятельные исследования, обосновывать актуальность и практическую значимость избранной темы научного исследования
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознанием опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью обрабатывать результаты экспериментов

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основные понятия, определения и задачи теории статистического моделирования ;
- главные принципы моделирования объектов вероятностной природы;
- методы, приемы, алгоритмы моделирования случайных величин, случайных процессов.

2. должен уметь:

- решать практические задачи по моделированию величин, заданных законов распределения;
- разрабатывать компьютерные модели вероятностных объектов;

- вычислять интегральные характеристики моделируемых объектов на основе закона больших чисел;

- применять

3. должен владеть:

- представлением о компьютерном моделировании функционирования объектов вероятностной природы;

- методами, приемами, алгоритмами статистического моделирования

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- осуществлять поиск информации по полученному заданию, сбор, анализ данных, необходимых для решения поставленных задач

-применять в профессиональной деятельности знания, умения, навыки, полученные в ходе освоения дисциплины

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

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 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	6		7	0	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Генераторы, алгоритмы получения и преобразования случайных чисел. Алгоритмы моделирования некоторых распределений. Вероятностное моделирование математических задач.	6		7	0	0	Письменная работа
3.	Тема 3. Статистические модели систем массового обслуживания. Моделирование автомобильного движения	6		7	0	0	Письменная 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	
4.	Тема 4. Методы Монте-Карло для уравнений в частных производных (бессеточные методы). Моделирование физических процессов и явлений.	6		8	0	0	Письменная работа
5.	Тема 5. Методы компьютерного моделирования в термодинамике. Задачи статистического моделирования и возможное эффективное решение на многоядерных архитектурах	6		7	0	0	Устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	0	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение

#### лекционное занятие (7 часа(ов)):

Предмет курса, история и перспективы развития методов математического моделирования. Актуальность и значимость проблем имитационного и статистического моделирования. Некоторые понятия и теоремы теории вероятностей. Метод статистических испытаний. Метод Монте-Карло. Метод Монте-Карло существенно влияет на развитие методов вычислительной математики (например, на развитие методов численного интегрирования) и при решении многих задач успешно сочетается с другими вычислительными методами и дополняет их. Его применение оправдано в первую очередь в тех задачах, которые допускают вероятностное описание. Это объясняется как естественностью получения ответа с некоторой заданной вероятностью в задачах с вероятностным содержанием, так и существенным упрощением процедуры решения. Наиболее сложными этапами в применении метода Монте-Карло принято считать математическое описание исследуемого объекта или явления, необходимые упрощения при постановке задачи, выбор подходящего численного метода, исследование погрешности применяемого алгоритма.

### Тема 2. Генераторы, алгоритмы получения и преобразования случайных чисел.

#### Алгоритмы моделирования некоторых распределений. Вероятностное моделирование математических задач.

#### лекционное занятие (7 часа(ов)):

Получение случайных чисел с помощью случайного эксперимента. Алгоритмы получения псевдослучайных чисел. Понятие эталонной, случайной величины. Преобразование случайных величин. Генераторы псевдослучайных чисел на ЭВМ. Использование таблицы дискретных случайных чисел. Общая теория решения системы линейных уравнений. Вычисление интегралов способом среднего. Вычисление определенных интегралов способом "зонтика" Неймана. Вычисление значения числа  $\pi$ .

### Тема 3. Статистические модели систем массового обслуживания. Моделирование автомобильного движения

#### лекционное занятие (7 часа(ов)):

Понятие системы массового обслуживания. Моделирования потоков заявок. Моделирование одноканальной системы массового обслуживания. Моделирование многоканальной системы. Модификация систем массового обслуживания. Вводные замечания. Формальное описание дорог. Описание потока автомобилей. Структура моделирующего алгоритма. Исходные данные и результаты моделирования.

#### **Тема 4. Методы Монте-Карло для уравнений в частных производных (бессеточные методы). Моделирование физических процессов и явлений.**

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

Решение уравнений эллиптического типа (задача Дирихле). Решение уравнений параболического типа на примере уравнения теплопроводности. Моделирование прохождения электронных и протонно-водородных пучков в газовых средах методом Монте-Карло. Имитационное моделирование распространения упругих волн в пористых средах (задача геофизики)

#### **Тема 5. Методы компьютерного моделирования в термодинамике. Задачи статистического моделирования и возможное эффективное решение на многоядерных архитектурах**

##### **лекционное занятие (7 часа(ов)):**

Метод молекулярной динамики. Метод броуновской динамики. Имитационный метод моделирования броуновских траекторий. Графический процессор как система для параллельных вычислений общего назначения. Возможности программирования процессоров архитектуры CUDA. Конвейерная обработка данных в архитектуре CUDA. Простейшее решение задачи о диффузии нейтронов через пластину на графическом процессоре.

### **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. Введение	6		подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
2.	Тема 2. Генераторы, алгоритмы получения и преобразования случайных чисел. Алгоритмы моделирования некоторых распределений. Вероятностное моделирование математических задач.	6		подготовка к письменной работе	2	Письменная работа
				реализация программного кода	0	Компьютерная программа

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Статистические модели систем массового обслуживания. Моделирование автомобильного движения	6		подготовка к письменной работе	4	Письменная работа
				реализация программного кода	0	Компьютерная программа
4.	Тема 4. Методы Монте-Карло для уравнений в частных производных (бессеточные методы). Моделирование физических процессов и явлений.	6		подготовка к письменной работе	5	Письменная работа
				реализация программного кода	0	Компьютерная программа
5.	Тема 5. Методы компьютерного моделирования в термодинамике. Задачи статистического моделирования и возможное эффективное решение на многоядерных архитектурах	6		подготовка к устному опросу	5	Устный опрос
	Итого				18	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины 'Совершенствование архитектуры предприятия' предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе 'БиблиоРоссика', доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС 'БиблиоРоссика' представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС 'БиблиоРоссика' обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для

образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения. 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, учебно-методические комплексы, 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 образования (ФГОС ВО) 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. Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе 'Консультант студента', доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система 'Консультант студента' предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

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

### **Тема 1. Введение**

Устный опрос, примерные вопросы:

1 Классификация вероятностно-статистических методов решения прикладных задач по типу задач. 2 Случайный эксперимент, 3 Вероятность, 4 Случайная величина. 5 Функция распределения случайной величины 6 Оценка погрешности математического ожидания исследуемой величины 7. Недостатки аналитических, приближенных методов решения математических задач, в том числе и метода Монте-Карло 8. Достоинства аналитических, приближенных методов решения математических задач, в том числе и метода Монте-Карло 9. Метод Монте-Карло 10 Получение случайных чисел с помощью случайного экспери

**Тема 2. Генераторы, алгоритмы получения и преобразования случайных чисел. Алгоритмы моделирования некоторых распределений. Вероятностное моделирование математических задач.**

Компьютерная программа, примерные вопросы:

Программный код, реализовывающий один из предложенных алгоритмов

Письменная работа , примерные вопросы:

1 Алгоритмы получения псевдослучайных чисел. 2 Понятие эталонной, случайной величины. 3 Преобразование случайных величин. 4 Генераторы псевдослучайных чисел на ЭВМ. 5 Использование таблицы дискретных случайных чисел 6 Общая теория решения системы линейных уравнений 7 Вычисление интегралов способом среднего 8 Вычисление определенных интегралов способом ?зонтика? Неймана 9 Вычисление значения числа  $\pi$  10 Метод принятия/отклонения альтернатив

### **Тема 3. Статистические модели систем массового обслуживания. Моделирование автомобильного движения**

Компьютерная программа , примерные вопросы:

Программный код, реализовывающий один из предложенных алгоритмов

Письменная работа , примерные вопросы:

1 Понятие системы массового обслуживания. 2 Моделирования потоков заявок. 3 Моделирование одноканальной системы массового обслуживания. 4 Моделирование многоканальной системы. 5 Модификация систем массового обслуживания. Вводные замечания. 7 Формальное описание дорог. 8 Описание потока автомобилей. 9 Структура моделирующего алгоритма. 10 Исходные данные и результаты моделирования.

### **Тема 4. Методы Монте-Карло для уравнений в частных производных (бессеточные методы). Моделирование физических процессов и явлений.**

Компьютерная программа , примерные вопросы:

Программный код, реализовывающий один из предложенных алгоритмов

Письменная работа , примерные вопросы:

1.Блуждание по цилиндрам для уравнения с постоянными коэффициентами 2.Блуждание по сфероидам для уравнения с постоянными коэффициентами 3.Блуждание по цилиндрам для уравнения с переменными коэффициентами 4.Блуждание по шароидам для уравнения с переменным коэффициентом при неизвестной функции 5 Решение уравнений эллиптического типа (задача Дирихле) 6 Решение уравнений параболического типа на примере уравнения теплопроводности 7 О сочетании схемы Неймана-Улама и метода стохастической аппроксимации 8.Имитационное моделирование объектов и явлений в ядерной физике 9.Имитационное моделирование распространения упругих волн в пористых средах (задача геофизики) 10.Моделирование явления спонтанного излучения многоатомной системы (сверхизлучения Дике)

### **Тема 5. Методы компьютерного моделирования в термодинамике. Задачи статистического моделирования и возможное эффективное решение на многоядерных архитектурах**

Устный опрос , примерные вопросы:

1 Метод броуновской динамики 2 Имитационный метод моделирования броуновских траекторий 3 Графический процессор как система для параллельных вычислений общего назначения. 4 Возможности программирования процессоров архитектуры CUDA. 5 Конвейерная обработка данных в архитектуре CUDA 6 Особенности применения генераторов случайных чисел для реализации метода Монте-Карло на графических процессорах 7 Применение генератора Mersenne Twister для параллельных расчетов на графических процессорах 8 Особенности реализации генератора Mersenne Twister для параллельных расчетов на графических процессорах 8 Архитектура графического процессора 9 Метод молекулярной динамики

### **Итоговая форма контроля**

экзамен (в 6 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

1.Недостатки и достоинства аналитических, приближенных методов решения математических задач, в том числе и метода Монте-Карло

- 2.Блуждание по цилиндрам для уравнения с постоянными коэффициентами
- 3.Блуждание по сфероидам для уравнения с постоянными коэффициентами
- 4.Блуждание по цилиндрам для уравнения с переменными коэффициентами
- 5.Блуждание по шароидам для уравнения с переменным коэффициентом при неизвестной функции
- 6.Алгоритмы, связанные с дискретизацией времени
- 7.О сочетании схемы Неймана-Улама и метода стохастической аппроксимации
- 8.Моделирование изотропного вектора в  $R^n$
- 9.Генераторы случайных чисел неравномерных распределений.
- 10 Метод обратной функции.
- 11Метод принятия/отклонения альтернатив
- 12 Общая теория решения системы линейных уравнений.
- 13 Вычисление интегралов способом среднего
- 12 Вычисление определенных интегралов способом "зонтика" Неймана
- 14 Вычисление значения числа  $\pi$
- 15Графический процессор как система для параллельных вычислений общего назначения.
- 16 Возможности программирования процессоров архитектуры CUDA.
- 17 Конвейерная обработка данных в архитектуре CUDA
- 18 Особенности применения генераторов случайных чисел для реализации метода Монте-Карло на графических процессорах
- 19Применение генератора Mersenne Twister для параллельных расчетов на графических процессорах
- 20 Архитектура графического процессора

### 7.1. Основная литература:

- 1.Плохотников, К. Э. Базовые разделы математики для бакалавров в среде MATLAB [Электронный ресурс] / К. Э. Плохотников. - М.: Инфра-М; Вузовский Учебник; Znanium.com, 2014. - 571 с. - ISBN 978-5-16-102366-2 (online). Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=496199>
- 2.Компьютерное моделирование физических систем: Учебное пособие / Л.А. Булавин, Н.В. Выгорницкий, Н.И. Лебовка. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 352 с. ISBN 978-5-91559-101-0 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=398942>
3. Математическое и имитационное моделирование : учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 227 с. (Высшее образование: Бакалавриат). Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=811122>
- 4.Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход / Б.Ю. Лемешко, С.Б. Лемешко, С.Н. Постовалов и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 888 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=515227>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Физико-химические основы процессов тепломассообмена: Учебное пособие / Архипов В.А. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 199 с.: ISBN 978-5-4387-0539-0 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=673007>

2. Моделирование эколого-экономических систем: Учебное пособие / М.С. Красс. - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 272 с. - (Высшее образование: Магистратура). ISBN 978-5-16-006597-7 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=398940>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

EqWorld МИР МАТЕМАТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ -

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm>

ИНТУИТ национальный открытый университет -

[http://www.intuit.ru/studies/educational\\_groups/880/info](http://www.intuit.ru/studies/educational_groups/880/info)

Образовательные ресурсы Интернета - Математика - <http://www.alleng.ru/edu/math9.htm>

Официальный сайт прикладной математики для студентов и преподавателей -

<http://www.exponenta.ru>

Учебники по математике - <http://mindspring.narod.ru/math/ega>

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

Освоение дисциплины "Статистическое 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.

Для обеспечения данной дисциплины необходимо:

- оборудованные аудитории;
- различные технические средства обучения;
- учебники, учебные пособия и другие книги;
- научные журналы;
- доступ в интернет;
- наглядные пособия.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки Математическое моделирование .

Автор(ы):

Чебакова В.Ю. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Габидуллина З.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.