

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талорский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

**Программа дисциплины**  
Статистическое моделирование БЗ.ДВ.7

Направление подготовки: 010400.62 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Теория вероятностей и математическая статистика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Шемахин А.Ю.

**Рецензент(ы):**

Халиуллин С.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Турилова Е. А.

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 948116

Казань  
2016

## 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) старший научный сотрудник, к.н. Шемахин А.Ю. НИЛ  
Проблемная радиоастрономическая лаборатория Кафедра радиофизики ,  
Aleksandr.Shemakhin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины - ознакомление студентов с методами математического моделирования на ЭВМ, используемыми при решении сложных задач управления технологическими процессами, анализа, оптимизации, проектирования, исследования систем и процессов в отраслях народного хозяйства и в прикладных естественнонаучных областях.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.7 Профессиональный" основной образовательной программы 010400.62 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими дисциплинами и частями ООП выражается в следующем.

Основу для изучения дисциплины "Статистическое моделирование" (Б3.ДВ.7.) составляют базовые курсы "Теория вероятностей и математическая статистика", "Математический анализ", "Дифференциальные уравнения". В свою очередь дисциплина "Статистическое моделирование" является базовой при изучении дисциплин "Эконометрика", "Моделирование финансового рынка", а также ряда дисциплин специализаций. Дисциплина изучается на 4 курсе обучения.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Понимание студентом и возможность демонстрации основных фактов, концепций, принципов теорий в области статистического моделирования

В результате освоения дисциплины студент:

В рамках курса студент должен демонстрировать способность строить математические модели для решения задач в области управления технологическими процессами, анализа, оптимизации, проектирования, исследования систем и процессов в отраслях народного хозяйства и прикладных естественнонаучных областях. Овладеть навыками написания программ для проведения численных расчетов.

### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 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. Введение	8		0	5	0	устный опрос
2.	Тема 2. Математические модели	8		0	5	0	устный опрос
3.	Тема 3. Имитационное моделирование	8		0	5	0	устный опрос
4.	Тема 4. Статистическое моделирование	8		0	5	0	устный опрос
5.	Тема 5. Метод Монте-Карло и его применения	8		0	5	0	контрольная точка
6.	Тема 6. Обработка результатов численных экспериментов, интерпретация полученных результатов	8		0	5	0	устный опрос
7.	Тема 7. Моделирование ряда физических, биологических и экономических процессов	8		0	5	0	устный опрос
8.	Тема 8. Программное обеспечение	8		0	5	0	контрольная точка
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			0	40	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение

##### *практическое занятие (5 часа(ов)):*

Предмет курса, история и перспективы развития методов математического моделирования. Актуальность и значимость проблем имитационного и статистического моделирования.

##### Тема 2. Математические модели

##### *практическое занятие (5 часа(ов)):*

Понятие сложной системы. Показатели эффективности функционирования сложных систем. Виды моделирования систем. Классификация математических моделей. Дискретные непрерывные модели, детерминированные и стохастические модели. Агрегативные модели (А-модели).

### **Тема 3. Имитационное моделирование**

#### ***практическое занятие (5 часа(ов)):***

Имитационное моделирование и условия его применения. Понятие о модельном времени. Способы описания имитационных моделей на основе событий, активностей, транзактов, процессов, агрегатов. Этапы построения имитационной модели.

### **Тема 4. Статистическое моделирование**

#### ***практическое занятие (5 часа(ов)):***

Принципы моделирования случайных элементов. Датчики случайных чисел: табличные, физические, программные и их свойства. Псевдослучайные числа. Моделирование на ЭВМ случайных событий, дискретных и непрерывных случайных величин. Метод обратной функции и его применения. Метод исключения. Метод суперпозиции. моделирование векторных данных и случайных процессов. Моделирование случайных потоков. Контроль точности имитации

### **Тема 5. Метод Монте-Карло и его применения**

#### ***практическое занятие (5 часа(ов)):***

Понятие вычислительного эксперимента. Метод Монте-Карло и его применения к приближенному вычислению интегралов. Методы понижения дисперсии при вычислении интегралов: выделение главной части, метод существенной выборки, метод расслоения выборки. Решение интегральных и линейных алгебраических уравнений методом Монте-Карло. Оптимальное планирование имитационных экспериментов. Цели и методы планирования экспериментов. Метод прямого статистического моделирования Г. Бёрда.

### **Тема 6. Обработка результатов численных экспериментов, интерпретация полученных результатов**

#### ***практическое занятие (5 часа(ов)):***

Статистические модели экспериментальных данных. Сжатие данных методами главных компонент и факторного анализа. Методы статистического исследования зависимостей. Интерпретация результатов численных экспериментов.

### **Тема 7. Моделирование ряда физических, биологических и экономических процессов**

#### ***практическое занятие (5 часа(ов)):***

Модели общего экономического равновесия. Модели экономических циклов неоклассического и кейнсианского типов. Модели молекулярной динамики.

### **Тема 8. Программное обеспечение**

#### ***практическое занятие (5 часа(ов)):***

Обзор современного состояния имитационного и статистического моделирования. Принципы реализации методов статистического моделирования на языке C++.

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

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
1.	Тема 1. Введение	8		Обзор литературы по теме предмета	2	Опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Математические модели	8		Изучение свойств некоторых математических моделей	2	Опрос
3.	Тема 3. Имитационное моделирование	8		Изучение имитационных моделей	2	Опрос
4.	Тема 4. Статистическое моделирование	8		Реализация статистических методов на языке C++	6	Консультация
5.	Тема 5. Метод Монте-Карло и его применения	8		Разработка программы на языке C++, реализующей метод Монте-Карло	6	Сдача программы
6.	Тема 6. Обработка результатов численных экспериментов, интерпретация полученных результатов	8		Использование программ для обработки и интерпретации численных экспериментов	2	Опрос
7.	Тема 7. Моделирование ряда физических, биологических и экономических процессов	8		Разработка программы, реализующей один из заданных процессов	6	Консультация
8.	Тема 8. Программное обеспечение	8		Доработка программы, интерпретация результатов моделирования	6	Сдача программы
	Итого				32	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Проведение аудиторных занятий. Разработка приложения на языке C++, интерактивное тестирования работоспособности. Коллективная интерпретация результатов моделирования.

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

### Тема 1. Введение

Опрос , примерные вопросы:

Проведение опроса по задачам и целям статистического моделирования

### Тема 2. Математические модели

Опрос , примерные вопросы:

Проведение опроса по классификации математических моделей

### **Тема 3. Имитационное моделирование**

Опрос , примерные вопросы:

Проведение опроса по условиям и способам применения имитационного моделирования

### **Тема 4. Статистическое моделирование**

Консультация , примерные вопросы:

Консультация по вопросам написания программы на языке C++

### **Тема 5. Метод Монте-Карло и его применения**

Сдача программы , примерные вопросы:

Сдача программы студентом, объяснение принципов и алгоритма работы.

### **Тема 6. Обработка результатов численных экспериментов, интерпретация полученных результатов**

Опрос , примерные вопросы:

Опрос по методам и программам для обработки результатов численных экспериментов

### **Тема 7. Моделирование ряда физических, биологических и экономических процессов**

Консультация , примерные вопросы:

Консультация по вопросам написания программы на языке C++

### **Тема 8. Программное обеспечение**

Сдача программы, примерные вопросы:

Сдача программы студентом, объяснение принципов и алгоритма работы.

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

Примерные вопросы к зачету:

Примерные вопросы к зачету:

1. Предмет курса, история и перспективы развития методов математического моделирования. Актуальность и значимость проблем имитационного и статистического моделирования.
2. Математические модели. Классификация математических моделей. Дискретные, непрерывные модели, детерминированные и стохастические модели.
3. Имитационное моделирование и условия его применения. Понятие о модельном времени . Способы описания имитационных моделей. Этапы построения имитационной модели.
4. Статистическое моделирование. Принципы моделирования случайных элементов. Датчики случайных чисел: табличные, физические, программные и их свойства. Псевдослучайные числа. Моделирование на ЭВМ случайных событий, дискретных и непрерывных случайных величин. Метод обратной функции и его применения. Метод исключения. Метод суперпозиции. моделирование векторных данных и случайных процессов. Моделирование случайных потоков. Контроль точности имитации
5. Понятие вычислительного эксперимента. Метод Монте-Карло и его применения к приближенному вычислению интегралов. Методы понижения дисперсии при вычислении интегралов: выделение главной части, метод существенной выборки, метод расслоения выборки. Решение интегральных и линейных алгебраических уравнений методом Монте-Карло. Оптимальное планирование имитационных экспериментов. Цели и методы планирования экспериментов. Метод прямого статистического моделирования Г. Бёрда.
6. Обработка результатов численных экспериментов, интерпретация полученных результатов.
7. Статистические модели экспериментальных данных. Сжатие данных методами главных компонент и факторного анализа. Методы статистического исследования зависимостей. Интерпретация результатов численных экспериментов.
8. Моделирование физических, биологических и экономических процессов. Модели общего

экономического равновесия. Модели экономических циклов неоклассического и кейнсианского типов. Модели молекулярной динамики.

9. Программное обеспечение. Принципы реализации методов статистического моделирования на языке C++.

### **7.1. Основная литература:**

1.Ландау, Лев Давидович (1906-1968) .

Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; Под ред. Л. П. Питаевского .? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003-. Т. 9: Статистическая физика. Ч.

2. Теория конденсированного состояния / Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский .? Издание 4-е, исправленное .? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004 .? 496 с.

2. Свешников А.А. Прикладные методы теории вероятностей.- СПб.: Лань, 2012. - 480 с. ЭБС "Лань": [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3184](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3184)

3.Свешников А.А. Прикладные методы теории марковских процессов.- СПб.: Лань, 2007. - 192 с. ЭБС "Лань": [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=590](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=590)

4. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций.- СПб.: Лань, 2011. - 464с ЭБС "Лань": [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=656](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=656)

### **7.2. Дополнительная литература:**

1.Теория случайных процессов и ее инженерные приложения, Вентцель, Елена Сергеевна;Овчаров, Лев Александрович, 2011г. (10 экз)

2.Айвазян С.А., Енюков С.И., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных.-М., Финансы и статистика, 1983 (4 экз)

3. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ.- М.: Диалектика, 2007 (1 экз)

4.Ферстер Э., Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа.- М., Финансы и статистика, 1983

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Метод Монте-Карло - <http://www.math.ru/lib/book/plm/v46.djvu>

Метод прямого статистического моделирования - <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1034709>

Операции над случайными величинами - [www.math.omsu.omskreg.ru/info/learn/terver/0\\_0.htm](http://www.math.omsu.omskreg.ru/info/learn/terver/0_0.htm)

Проверка статистических гипотез - <http://psi.webzone.ru/st/087600.htm>

Список литературы по прикладной эконометрике - [http://crow.academy.ru/econometrics/l\\_biblio.htm](http://crow.academy.ru/econometrics/l_biblio.htm)

### **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.

Доска маркерная или меловая, проекционный экран, проектор, компьютерный класс с компилятором C++

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010400.62 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Теория вероятностей и математическая статистика .

Автор(ы):

Шамахин А.Ю. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Халиуллин С.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.