



**Нижегородский филиал  
Федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
"Национальный исследовательский университет  
"Высшая школа экономики"**

Факультет информатики, математики и компьютерных наук  
Кафедра прикладной математики и информатики

**Рабочая программа дисциплины  
Стохастические модели.**

для образовательной программы «Интеллектуальный анализ данных»  
направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика  
уровень магистр

Разработчик программы:  
Колданов П.А, к.т.н., доцент, pkoldanov@hse.ru

Одобрена на заседании кафедры ПМИ «\_\_»\_\_\_\_\_ 2018 г.  
Зав. кафедрой В.А. Калягин

Рекомендована Академическим советом образовательной программы  
«\_\_»\_\_\_\_\_ 2018 г., № протокола \_\_\_\_\_

Утверждена «\_\_»\_\_\_\_\_ 2018 г.  
Академический руководитель образовательной программы  
М.В. Бацын \_\_\_\_\_

Нижний Новгород, 2018

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы.*



## 1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», изучающих дисциплину «Стохастические модели».

Программа разработана в соответствии с:

- ОС НИУ ВШЭ по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», степень — магистр прикладной математики и информатики (<https://nnov.hse.ru/data/2018/04/05/1321442520/01.04.02%20Прикладная%20математика%20и%20информатика.pdf>)
- Образовательной программой «Интеллектуальных анализ данных»;
- Учебным планом университета по направлению подготовки 01.04.02 "Прикладная математика и информатика», утвержденным в 2018 г.

## 2. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины стохастические модели является развитие способностей к профессиональному применению вероятностных и статистических методов анализа данных в экономической сфере, страховании и бизнесе, а так же развитие компетенций в области математических методов и информационных технологий.

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

- Знать: основные теоретические положения современных математических подходов к построению и анализу вероятностных и статистических моделей процессов принятия решений при обработке реальных данных;
- Уметь: применять стандартные методы и модели к решению задач анализа данных, разрабатывать и реализовывать на компьютере новые методы анализа данных;
- Иметь практические навыки (приобрести опыт) анализа реальных данных на ПЭВМ.
- Быть знакомым с современными профессиональными компьютерными пакетами анализа данных, сравнение их возможностей, достоинств и недостатков.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

Компетенции	Код по ОС НИУ	Уровень формирования компетенции	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции	Форма контроля уровня сформированности компетенции
Способен рефлексировать (оценивать и перерабатывать) освоенные научные	СК-М1	РБ	Применяет полученные знания для решения задач.	Чтение лекций, проведение практических занятий	Контрольные, самостоятельные и



методы и способы деятельности.				самостоятельная работа	домашние работы, вопросы, задачи
Способен к самостоятельному освоению новых методов исследований, изменению научного и производственного профиля своей деятельности..	СК-М3	РБ	Активное поведение на занятиях, обладает креативностью, инициативностью	Чтение лекций, проведение практических занятий, самостоятельная работа.	Контрольные, самостоятельные и домашние работы, вопросы, задачи
Способен анализировать, верифицировать оценивать полноту в ходе профессиональной деятельности, при необходимости восполнять и синтезировать недостающую информацию.	СК-М6	РБ	Активное поведение на занятиях, обладает креативностью, инициативностью	Чтение лекций, проведение практических занятий, самостоятельная работа	Контрольные, самостоятельные и домашние работы, вопросы, задачи
Способен использовать знания в области естественных наук математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой.	ИК-М7.1пми	РБ	Представляет связи между областями прикладной математики и информационных технологий по профильной направленности магистратуры	Чтение лекций, проведение практических занятий, самостоятельная работа	Контрольные, самостоятельные и домашние работы, вопросы, задачи
Способен строить и решать математические модели в соответствии с направлением подготовки и специализации.	ИК-М7.2пми	РБ	Представляет связи между областями прикладной математики и информационных технологий по профильной направленности магистратуры	Чтение лекций, проведение практических занятий, самостоятельная работа	Контрольные, самостоятельные и домашние работы, вопросы, задачи
Способен понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат.	ИК-М7.3пми		Представляет связи между областями прикладной математики и информационных технологий по профильной направленности магистратуры	Чтение лекций, проведение практических занятий, самостоятельная работа	Контрольные, самостоятельные и домашние работы, вопросы, задачи



#### 4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к базовой части цикла дисциплин программы и блоку дисциплин, обеспечивающих подготовку магистров.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- Теория вероятностей и математическая статистика.
- Статистические методы обработки данных

Знание основных положений данной дисциплины используется при изучении следующих дисциплин:

- Современные методы принятия решений.
- Прикладные задачи анализа сетевых структур.
- Научно-исследовательский семинар «Методы анализа решений».

#### 5. Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела.	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	
1	Характеристики случайных величин.	12	2	2	8
2	Классические подходы к построению вероятностных моделей.	24	3	5	16
3	Вероятностные модели, используемые в страховании жизни.	42	4	8	28
4	Вероятностные модели страхования.	36	3	9	24
5	Задачи математической статистики.	12	2	2	8
6	Критерии согласия и моделирование случайных величин.	12	2	2	8



7	Проверка гипотез. Современные направления.	12	2	2	8
8	Теория риска и статистических решений.	12	2	2	8
9	Теория Лемана различения N гипотез.	24	3	3	16
10	Сравнительная эффективность работы подразделений организации с территориально распределённой структурой.	18	3	3	12
11	Статистический анализ сетевой модели фондового рынка.	12	2	2	12
	Всего	<b>216</b>	<b>28</b>	<b>40</b>	<b>148</b>
	<b>Трудоемкость в зачетных единицах</b>	<b>6 з.е.</b>			

## 6. Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 курс		Параметры
		3	4	
Текущий (неделя)	Контрольная работа		7	Письменная работа 80 минут
	Домашнее задание		4	
Промежуточный	Экзамен		*	Экзамен 90 мин.
Итоговый	Экзамен		*	Экзамен 90 мин.

### 6.1. Критерии оценки знаний, навыков

Контрольная работа выполняется на 7 неделе, домашние задания на 4, 10.

При выполнении контрольной работы студент должен продемонстрировать умение применять полученные знания для решения практических задач. При ответе на экзамене студент должен демонстрировать знание теоретических основ методов принятия решения.

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

### 6.2. Порядок формирования оценок по дисциплине



Контроль знаний студентов включает формы текущего, промежуточного и итогового контроля. Текущий контроль осуществляется в течение двух модулей. По курсу предусмотрен текущий контроль знаний – домашние задания, контрольная работа, промежуточный контроль - экзамен, итоговый контроль - экзамен. Каждая форма текущего контроля оценивается 10-балльной оценкой, которая выставляется в рабочую ведомость преподавателя. По результатам текущего контроля организуются индивидуальные консультации в рамках второй половины рабочего дня преподавателя. Форма промежуточного и итогового контроля – экзамен. Продолжительность экзамена – 90 мин.

Для получения оценки **Онакопленная1** используются следующие весовые множители:

0,33 – для оценки **Оаудитор** за работу студентов во время практических занятий

0,33 – для оценки **Ок/р.**, за контрольную работу,

0,33 – для оценки **Од/з.**, за домашнее задание,

$$\text{Онакопленная1} = 0,33 * \text{Ок/р} + 0,33 * \text{Од/з} + 0,33 * \text{Оаудитор}.$$

Для получения оценки **Онакопленная2** используются следующие весовые множители:

0,5 – для оценки **Оаудитор** за работу студентов во время практических занятий

0,5 – для оценки **Од/з.**, за домашнее задание,

$$\text{Онакопленная2} = 0,5 * \text{Од/з} + 0,5 * \text{Оаудитор}.$$

$$\text{О промежуточная} = 0,5 * \text{Опромежут.экзамен} + 0,5 * \text{Онакопл.1}$$

$$\text{Оитоговая накопл.} = (\text{Опромежут.} + \text{Онакопл.2}) : 2$$

$$\text{Оитоговая} = 0,5 * \text{Оитог.экзамен} + 0,5 * \text{Оитог.накопл.}$$

В диплом ставится результирующая оценка по учебной дисциплине. Округление оценки до целого значения производится по арифметическим правилам.

## 7. Содержание дисциплины

### Часть 1.Вероятностные модели.

#### Характеристики случайных величин.

Типовые случайные величины, случайные векторы, случайные процессы. Маргинальное и условное распределения. Функции случайных величин. Моменты, математическое ожидание, дисперсия, коэффициенты вариации, асимметрии, эксцесса. Условное математическое

ожидание, ковариация, коэффициент корреляции. Корреляционное отношение Пирсона и корреляционная связь.

### **Классические подходы к построению вероятностных моделей.**

Вероятностные модели в социологии. Вывод функции распределения времени безотказной работы сложной системы без учёта эффекта усталости. Эффект усталости и распределение Вейбулла. Общее представление о критериях согласия. Проблема “хвостов”.

### **Вероятностные модели, используемые в страховании жизни.**

Характеристики продолжительности жизни. Функция выживания, кривая смертей, интенсивность смертности, остаточное время жизни. Специфика нахождения средней продолжительности жизни. Роль условного распределения. Модели Муавра, Гомпертца, Мейкхама, Вейбулла.

### **Вероятностные модели страхования.**

Модели индивидуальных потерь и риска. Модели процесса наступления страховых случаев и коллективного риска. Типовые распределения вероятностей, используемые в страховании: нормальное, логнормальное, гамма-распределение, Парето, Пуассона, биномиальное и др.

### **Литература к части 1:**

1. Т.Мак «Математика рискового страхования» М. «Олимп-Бизнес», 2005.
2. Г.И.Фалин, А.И.Фалин «Введение в актуарную математику» М., Изд-во МГУ., 1994
3. А.Г.Шоломицкий «Теория риска. Выбор при неопределённости и моделирование риска.» М., Издательский дом ГУ-ВШЭ., 2005.
4. Бауэрс Н., Гербер Х., Джонс Н., Несбит С., Хикман Дж. Актуарная математика / Пер. с англ. под ред. В. К. Малиновского. — М: Янус-К, 2001.
5. Джонсон Н.Л. Коц С. Кемп А. Одномерные дискретные распределения, БИНОМ Лаборатория знаний, Москва, 2010.
6. Панджер Х. и др. Финансовая экономика с приложениями к инвестированию, страхованию и пенсионному делу. М. Янус-К, 2005.
7. Г.И.Фалин, А.И.Фалин. Актуарная математика в задачах. ФИЗМАТЛИТ 2003.



8. Г.И.Фалин, А.И.Фалин. Теория риска для актуариев в задачах. МИР, Научный мир. М. 2004.

## **Часть 2. Статистические модели.**

### **Задачи математической статистики.**

Вероятностное пространство и статистическая структура. Оценивание, проверка и различение гипотез. Статистические решающие правила, стратегии. Задача выбора рационального экономического поведения. Нетрадиционные методы построения оценок. Оценивание параметров семейства гамма-распределений и семейства распределений Вейбулла.

### **Критерии согласия и моделирование случайных величин.**

Вероятностное интегральное преобразование и нетрадиционные критерии согласия Е.С.Пирсона. Методы моделирования случайных величин с заданным распределением. Критерии нормальности, основанные на характеристических свойствах. Критерий Шапиро-Уилка и др.

### **Проверка гипотез. Современные направления.**

Развитие теории Неймана-Пирсона. Несмещённость и инвариантность. Байесовские тесты, критерии максимального правдоподобия и “идеального наблюдателя”. Методы исключения мешающих параметров. Тест Стейна и его применение в задаче контроля качества. Совокупность малых выборок. Одновременная проверка нескольких гипотез.

### **Теория риска и статистических решений.**

Функция потерь и функция полезности. Понятия условного и безусловного риска в классической теории Вальда. Понятие риска в страховании и экономическом поведении. Сравнение стратегий. Стохастическое доминирование. Байесовские решающие правила. Полные, минимальные полные, существенно полные классы.

### **Теория Лемана различения $N$ гипотез.**

Метод Лемана различения многих гипотез и тесты Неймана-Пирсона. Порождающие и основные гипотезы. Условие совместимости. Аддитивность функции потерь и линейные





ограничения на компоненты матрицы потерь. Несмещенные стратегии выбора одного из  $N$  решений.

### **Сравнительная эффективность работы подразделений организации с территориально распределённой структурой.**

Вероятностная модель. Число различаемых гипотез и числа Белла. Принципиальная невозможность решения проблемы совместимости. Формулировка задачи для «раздвинутых» гипотез. Анализ адекватности условия аддитивности функции потерь. Оптимальный в классе несмещённых тест сравнения эффективности деятельности подразделений организации с территориально распределённой структурой.

### **Статистический анализ сетевой модели фондового рынка.**

Рынок и доходность финансовых инструментов. Корреляционная матрица изменений доходностей каждой пары ценных бумаг, обращающихся на рынке. Построение графа рынка. Статистические задачи выделения независимых множеств и формирование диверсифицированного портфеля акций. Тест максимального правдоподобия и тесты комбинированной структуры.

### **Литература к части 2:**

1. Дж. Нейман, О.Моргенштерн. «Теория игр и экономическое поведение». М., Мир.,1970.
2. М. Де Гроот «Оптимальные статистические решения». М., Мир., 1974.
3. А.Г.Шоломицкий «Теория риска. Выбор при неопределённости и моделирование риска». М., Издательский дом ГУ-ВШЭ.,2005.
4. А.С. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика. 2. М. ГУ-ВШЭ. 2007
5. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. ЮНИТИ, М. 1998.
6. Панджер Х. и др. Финансовая экономика с приложениями к инвестированию, страхованию и пенсионному делу. М. Янус-К, 2005.
7. Лагутин М.Б. Наглядная математическая статистика, БИНОМ Лаборатория знаний, Москва, 2007
8. E.L. Lehmann, J.P. Romano. Testing statistical hypotheses. Springer, New York, 2005.



## 8. Образовательные технологии

При реализации учебной работы предполагается использовать разбор практических задач.

Предлагаются, в частности, задачи квалификационных экзаменов Общества актуариев США.

### Методические указания студентам

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки:

1. Разбор конспекта лекций;
2. проанализировать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу;
3. изучить решения типовых задач;
4. решить заданные домашние задания;
5. при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Домашние работы необходимо выполнять к каждому семинарскому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на семинар или на индивидуальные консультации.

Самостоятельная работа студентов осуществляется в соответствии с «Методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы студентов НИУ ВШЭ – Нижний Новгород», утвержденными УМС от 30.04.2014, протокол № 4».

## 9. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

### *Примерный перечень вопросов (текущего контроля) для оценки качества освоения дисциплины*

1. Почему для оценки вероятности обычно достаточно 100 наблюдений.
2. Доверительные интервалы и их связь с оптимальными тестами.
3. Методы генерирования случайных величин. Вероятностное интегральное преобразование и нетрадиционные критерии согласия Е.С.Пирсона.
4. Вывод функции распределения времени безотказной работы сложной системы без учёта эффекта усталости. Эффект усталости и распределение Вейбулла.
5. Условное математическое ожидание и корреляционная связь.
6. Функция выживания, кривая смертей, интенсивность смертности, остаточное время жизни. Модели Муавра, Гомпертца, Мейкхама, Вейбулла
7. Модели индивидуальных потерь и риска. Модели процесса наступления страховых случаев и коллективного риска.



8. Задача выбора рационального экономического поведения. Задача анализа сравнительной эффективности работы подразделений организации с территориально распределённой структурой.
9. Сетевой метод анализа фондового рынка и теория Лемана различения многих гипотез

*Пример домашнего задания:*

Пусть для некоторого портфеля договоров за определённый промежуток времени может произойти 0, 1, 2 или 3 страховых случая с вероятностями 0.2, 0.3, 0.4 и 0.1 соответственно. Когда происходит страховой случай величина потерь равна 1, 2 или 3 с вероятностями 0.6, 0.3 и 0.1 соответственно. Найти наиболее вероятное значение суммарных потерь за рассматриваемый промежуток времени

Контрольная работа составляется преподавателем.

## **10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Г.И.Ивченко, Ю.И. Медведев. Введение в математическую статистику. М., Издательство ЛКИ, 2015.

### **Дополнительная литература:**

1. Т.Мак «Математика рискованного страхования» М. «Олимп-Бизнес», 2005.
2. Г.И.Фалин, А.И.Фалин «Введение в актуарную математику» М., Изд-во МГУ. 1994
3. А.Г.Шоломицкий «Теория риска. Выбор при неопределённости и моделирование риска.» М., Издательский дом ГУ-ВШЭ., 2005.
4. Дж. Нейман, О.Моргенштерн. «Теория игр и экономическое поведение». М., Мир., 1970.
5. М. Де Гроот «Оптимальные статистические решения». М., Мир., 1974.
6. Лагутин М.Б. Наглядная математическая статистика, БИНОМ Лаборатория знаний, Москва, 2007
7. Бауэрс Н., Гербер Х., Джонс Н., Несбит С., Хикман Дж. Актуарная математика Пер. с англ. под ред. В. К. Малиновского. — М: Янус-К, 2001.
8. Джонсон Н.Л. Коц С. Кемп А. Одномерные дискретные распределения, БИНОМ Лаборатория



знаний, Москва, 2010

9. Панджер Х. и др. Финансовая экономика с приложениями к инвестированию, страхованию и пенсионному делу. М. Янус-К, 2005.

10. А.С. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика. 2. М. ГУ-ВШЭ. 2007.

11. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. ЮНИТИ, М. 1998.

12. E.L. Lehmann, J.P. Romano. Testing statistical hypotheses. Springer, New York, 2005.

13. Г.И.Фалин, А.И.Фалин. Актуарная математика в задачах. ФИЗМАТЛИТ 2003

14. Г.И.Фалин, А.И.Фалин. Теория риска для актуариев в задачах. МИР, Научный мир. М. 2004.

15. E.L. Lehmann, J.P. Romano. Testing statistical hypotheses. Springer, New York, 2005.

## **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийное оборудование – ноутбук, экран, проектор.