

УДК 519.2  
ББК 22.17  
М93

ФЗ  
№ 436-ФЗ  
Издание не подлежит маркировке  
в соответствии с п. 1 ч. 4 ст. 11

Рецензенты:

*Балаш Владимир Алексеевич* — д-р экон. наук, профессор, директор института рисков, профессор кафедры дифференциальных уравнений и математической экономики Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского;

*Тихомиров Николай Петрович* — д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры математических методов в экономике Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова

**Михигарян В.С.,**

Вероятностно-статистический анализ данных с использованием MS Excel : учебник и практикум. — В 2 ч. Ч. 1. Вероятностные методы анализа данных / В.С. Михигарян, В.Ф. Шишов, Д.В. Искоркин, А.Ю. Козлов. — Москва : КУРС, 2023. — 360 с.

ISBN 978-5-907535-92-3

Учебник охватывает все основные разделы вузовского курса теории вероятностей и математической статистики, с ориентацией на вероятностно-статистический анализ данных с использованием MS Excel.

В первой части «Вероятностные методы анализа данных» изложены основные сведения, относящиеся к изучению случайных событий, случайных величин и законов их распределения, систем случайных величин, законов распределения функций случайных величин, предельных теорем теории вероятностей.

В каждом разделе излагаются основные теоретические положения, поясняются предпосылки применения вероятностных и статистических методов анализа данных. По каждому разделу приводятся подробные решения типовых задач, предлагаются задачи для самостоятельной работы студентов и задач, взятых из практики. Особую ценность учебнику придает множество примеров и задач, выполненных на объектно-ориентированном языке программирования VBA. По всем разделам первой и второй части учебника представлено 286 решенных примеров и задач, в том числе с использованием возможностей MS Excel, 213 задач для самостоятельного решения с ответами, 396 тестовых заданий с программами тестирования.

Учебник написан в соответствии с государственными образовательными стандартами направления подготовки «Экономика» и предназначен для студентов данных и других направлений подготовки, а также может быть рекомендован аспирантам и преподавателям вузов, широкому кругу читателей, применяющих вероятностные методы анализа данных в своей научной и практической деятельности.

Всё используемое при решении примеров и задач программы MS Excel и специальные (авторские) функции, а также программы тестирования доступны пользователям.



УДК 519.2  
ББК 22.17



ИНТЕРАКТИВНОЕ  
КУРС ON-LINE

ISBN 978-5-907535-92-3

© Михигарян В.С., Шишов В.Ф.,  
Искоркин Д.В., Козлов А.Ю., 2023  
© КУРС, 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	6
<b>Глава 1. Случайные события</b> .....	8
<b>Глава 2. Случайные величины</b> .....	9
<b>Глава 3. Системы случайных величин</b> .....	10
<b>Глава 5. Предельные теоремы теории вероятностей</b> .....	10
<b>Глава 1. Случайные события</b> .....	11
1.1. Понятие события. Классификация случайных событий.....	11
1.2. Сумма и произведение событий.....	13
1.3. Частость события и ее свойства.....	15
1.4. Вероятность события.....	16
1.5. Аксиоматика теории вероятностей.....	30
1.6. Условная вероятность события. Теоремы умножения вероятностей.....	31
1.7. Теоремы сложения вероятностей.....	34
1.8. Повторение испытаний. Формула Бернулли.....	37
1.9. Вероятность появления события хотя бы один раз и хотя бы к раз.....	39
1.10. Наимвероятнейшее число наступления события при повторении испытаний.....	44
1.11. Полная вероятность события.....	45
1.12. Теорема гипотез (формула Байеса).....	47
1.13. Тесты к главе 1.....	49
1.14. Задачи с решениями.....	56
1.15. Задачи для самостоятельного решения.....	63
<b>Глава 2. Случайные величины</b> .....	67
2.1. Понятие случайной величины.....	67
2.2. Законы распределения случайных величин.....	68
2.2.1. Законы распределения дискретной случайной величины.....	68
2.2.2. Законы распределения непрерывной случайной величины.....	72
2.3. Смешанная случайная величина.....	78
2.4. Числовые характеристики случайной величины.....	81
2.4.1. Характеристики положения случайной величины.....	81
2.4.2. Характеристики рассеивания (вариация) случайной величины.....	88
2.5. Моменты случайной величины.....	92
2.6. Распределения непрерывных случайных величин.....	97
2.6.1. Равномерное распределение $R: a, b$ .....	97
2.6.2. Нормальное распределение $N: m, \sigma$ .....	101
2.6.3. Показательное (экспоненциальное) распределение $E: \lambda$ .....	117
2.6.4. Гамма-распределение $\Gamma: \alpha, \beta$ .....	121
2.6.5. Бета-распределение $B: \alpha, \beta$ .....	127



2.6.6. Распределение Вейбулла $W: \alpha, \beta$ .....	131
2.6.7. Логнормальное распределение $L: m, \sigma$ .....	135
2.6.8. Распределение Парето $P: \alpha, x$ .....	140
2.6.9. Усеченное нормальное распределение $UN: m, E, \alpha, \beta$ .....	145
2.6.10. Усеченное показательное распределение $UE: \lambda, \alpha, \beta$ .....	149
2.7. Распределения дискретных случайных величин.....	152
2.7.1. Распределение Бернулли $B: 1, p$ .....	152
2.7.2. Биномиальное распределение $B: n, p$ .....	154
2.7.3. Оприцательное биномиальное распределение $Y: r, p$ .....	157
2.7.4. Распределение Пуассона $P: \lambda$ .....	161
2.7.5. Гипергеометрическое распределение $H: N, M, n, k$ .....	165
2.7.6. Геометрическое распределение $G: r$ .....	168
2.7.7. Полиномиальное распределение.....	171
2.8. Тесты к главе 2.....	173
2.9. Задачи с решениями.....	186
2.10. Задачи для самостоятельного решения.....	201
<b>Глава 3. Системы случайных величин.....</b>	<b>204</b>
3.1. Понятие о системе случайных величин.....	204
3.2. Законы распределения системы дискретных случайных величин.....	204
3.3. Законы распределения системы непрерывных случайных величин.....	207
3.4. Законы распределения случайных величин, входящих в систему.....	211
3.5. Зависимые и независимые случайные величины.....	214
3.6. Числовые характеристики системы двух случайных величин. Ковариация и коэффициент корреляции.....	216
3.7. Условные числовые характеристики системы двух случайных величин. Регрессия.....	220
3.8. Законы распределения и числовые характеристики $n$ -мерного случайного вектора.....	223
3.9. Нормальное распределение системы двух случайных величин.....	226
3.10. Нормальное распределение системы трех и $n$ случайных величин.....	233
3.11. Тесты к главе 3.....	234
3.12. Задачи с решениями.....	241
3.13. Задачи для самостоятельного решения.....	253

<b>Глава 4. Законы распределения функций случайных величин.....</b>	<b>257</b>
4.1. Закон распределения функции одной случайной величины.....	257
4.2. Закон распределения функционального преобразования системы двух случайных величин.....	262
4.2.1. Распределение суммы двух случайных величин.....	265
4.2.2. Распределение разности двух случайных величин.....	266
4.2.3. Распределение произведения двух случайных величин.....	266
4.2.4. Распределение частного от деления двух случайных величин.....	266

4.3. Математическое ожидание функции случайных величин. Теоремы о математических ожиданиях.....	267
4.4. Дисперсия функции случайных величин. Теоремы о дисперсиях.....	271
4.5. Тесты к главе 4.....	274
4.6. Задачи с решениями.....	280
4.7. Задачи для самостоятельного решения.....	297
<b>Глава 5. Предельные теоремы теории вероятностей.....</b>	<b>300</b>
5.1. Предварительные замечания.....	300
5.2. Лемма Маркова и неравенство Чебышева.....	301
5.3. Теорема Чебышева.....	302
5.4. Теоремы Бернулли и Пуассона.....	303
5.5. Центральная предельная теорема. Характеристические функции.....	305
5.6. Теоремы Муавра—Лапласа.....	308
5.7. Тесты к главе 5.....	313
5.8. Задачи с решениями.....	319
5.9. Задачи для самостоятельного решения.....	327
<b>Библиографический список.....</b>	<b>330</b>
<b>Программа тестирования.....</b>	<b>332</b>
<b>Ответы на тесты и задачи.....</b>	<b>338</b>
<b>Приложение.....</b>	<b>349</b>