

В.С. Мхитарян
В.Ф. Шишов
А.Ю. Козлов
Д.В. Искоркин



ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MS EXCEL

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ
СТАТИСТИКА

2

УЧЕБНИК ◆ ПРАКТИКУМ
УЧЕБНИК ◆ ПРАКТИКУМ

**В.С. Мхитарян, В.Ф. Шишов,
А.Ю. Козлов, Д.В. Искоркин**

**ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ
И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ
СТАТИСТИКА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
MS EXCEL**

УЧЕБНИК И ПРАКТИКУМ

Часть 2

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

*Практикум с применением статистических функций,
инструментов Пакета анализа MS Excel-2016
и специальных (авторских) программ на языке VBA*

Москва
КУРС
2019

УДК 519.2
ББК 22.17
М93

Ф3
№ 436-Ф3

Издание не подлежит маркировке
в соответствии с п. 1 ч. 4 ст. 11

Рецензенты:

Тихомиров Николай Петрович — д-р экон. наук, профессор, заведующий кафедрой математические методы в экономике Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова;

Балаш Владимир Алексеевич — д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры математической экономики Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского

Мхитарян, В.С.,

М93 Теория вероятностей и математическая статистика с использованием MS Excel. Учебник и практикум. В 2 ч. Ч. 2. Математическая статистика / В.С. Мхитарян, В.Ф. Шишов, А.Ю. Козлов, Д.В. Искоркин. — М.: КУРС, 2019. — 304 с.

ISBN 978-5-907228-09-2

Во второй части учебника «Математическая статистика» подробно рассмотрены требования к статистическим оценкам, точечное и интервальное оценивание параметров распределения, параметрические и непараметрические методы проверки статистических гипотез, дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ.

По каждому разделу приводятся подробные решения типовых задач, предлагаются задачи для самостоятельной работы студентов. Особую ценность учебнику придает множество примеров, взятых из практики и решенных с помощью инструментов Пакета анализа, Статистических функций MS Excel-2016, а также специальных (авторских) программ, выполненных на объектно-ориентированном языке программирования VBA. Все решенные таким образом примеры, используемые при этом программы, представлены на сайте по адресу, указанному на с. 4.

Учебник написан в соответствии с Государственными образовательными стандартами направления подготовки «Экономика» и предназначен для студентов данного и других направлений подготовки, а также может быть рекомендован аспирантам и преподавателям вузов, широкому кругу читателей, применяющих методы теории вероятностей в своей научной и практической

деятельности.



ISBN 978-5-907228-09-2

УДК 519.2
ББК 22.17

© В.С. Мхитарян, В.Ф. Шишов,
А.Ю. Козлов, Д.В. Искоркин, 2019
© КУРС, 2019

Подписано в печать 31.05.2019.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Newton.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 19,0.

Тираж 500 экз. Заказ № 5396

ТК 695705-990770-310519

ООО Издательство «КУРС»

127273, Москва, ул. Олонская, д. 17А, офис 104.

Тел.: (495) 203-57-83.

E-mail: kursizdat@gmail.com http://kursizdat.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
-----------------------	---

Глава 1. СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	8
--	---

1.1. Генеральная и выборочная совокупности	8
1.2. Вариационные ряды. Графическое изображение вариационных рядов	13
1.3. Понятие об оценке параметров, требования к статистическим оценкам	18
1.4. Методы оценивания параметров распределения	22
1.4.1. Метод моментов	22
1.4.2. Метод максимального правдоподобия	23
1.5. Оценка математического ожидания по выборке	26
1.5.1. Измерения неравноточные	27
1.5.2. Измерения равноточные	30
1.5.3. Обработка нескольких серий измерений	31
1.6. Оценка дисперсии по выборке	35
1.6.1. Истинное значение измеряемой величины известно	35
1.6.2. Истинное значение измеряемой величины неизвестно	39
1.6.3. Статистическая оценка среднего квадратического отклонения	41
1.6.4. Обработка нескольких серий измерений	45
1.7. Статистическая оценка корреляционного момента (ковариации)	47
1.8. Выборочные начальные и центральные моменты. Асимметрия и эксцесс	50
1.9. Задачи для самостоятельного решения	55

Глава 2. ИНТЕРВАЛЬНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	61
--	----

2.1. Понятие доверительного интервала. Доверительная вероятность	61
2.2. Распределения, используемые при интервальном оценивании	62
2.2.1. Распределение $\chi^2(\chi^2, k)$	63
2.2.2. Распределение Стьюдента $T : k$	70
2.3. Построение доверительного интервала для математического ожидания при известном σ	77
2.4. Построение доверительного интервала для математического ожидания при неизвестном σ	82
2.5. Построение доверительного интервала для дисперсии (среднего квадратического отклонения)	86
2.6. Интервальные оценки генеральной доли или вероятности p	92
2.7. Задачи для самостоятельного решения	96

Глава 3. ПРОВЕРКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ	100
---	-----

3.1. Понятие статистической гипотезы	100
3.2. Проверка гипотезы о равенстве математического ожидания заданному значению	107
3.2.1. Дисперсия генеральной совокупности известна	107
3.2.2. Дисперсия генеральной совокупности неизвестна	110
3.3. Мощность критерия	112
3.4. F -распределение (распределение Фишера) ($F: k_1, k_2$)	120
3.5. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух нормальных генеральных совокупностей	129
3.6. Проверка гипотезы о равенстве дисперсии σ_x^2 генеральной совокупности заданному нормативному значению	132

3.7.	Проверка гипотезы о равенстве генеральных средних двух нормальных совокупностей.....	135
3.7.1.	<i>Дисперсии известны</i>	135
3.7.2.	<i>Дисперсии неизвестны, но равны</i>	138
3.7.3.	<i>Дисперсии неизвестны и не равны</i>	141
3.7.4.	<i>Проверка гипотезы о равенстве средних для двух выборок из одной генеральной совокупности</i>	145
3.8.	Проверка гипотезы об однородности ряда дисперсий по выборкам различного объема. Критерий Бартлетта.....	148
3.9.	Проверка гипотезы об однородности ряда дисперсий по выборкам одинакового объема. Критерий Кохрана.....	151
3.10.	Проверка гипотез о вероятности в случае биномиального распределения.....	154
3.10.1.	<i>Проверка гипотезы о значении вероятности</i>	154
3.10.2.	<i>Проверка гипотезы об однородности ряда вероятностей</i>	156
3.11.	Проверка гипотезы о виде закона распределения.....	158
3.11.1.	<i>Критерий согласия Пирсона (χ^2)</i>	159
3.11.2.	<i>Критерий согласия Колмогорова</i>	169
3.11.3.	<i>Критерий согласия ω^2</i>	172
3.12.	Оценка сомнительных результатов.....	175
3.13.	Задачи для самостоятельного решения.....	179

Глава 4. НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОВЕРКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ..... 188

4.1.	Основные понятия.....	188
4.2.	Критерий знаков.....	189
4.3.	Критерий Вилкоксона.....	192
4.4.	Критерий серий знаков.....	196
4.5.	Критерий Спирмена.....	200
4.6.	Задачи для самостоятельного решения.....	202

Глава 5. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ..... 207

5.1.	Однофакторный дисперсионный анализ.....	207
5.2.	Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений.....	213
5.3.	Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями.....	219
5.4.	Задачи для самостоятельного решения.....	224

Тема 6. КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ И РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ..... 233

6.1.	Корреляционный анализ.....	233
6.1.1.	<i>Двумерная модель</i>	233
6.1.2.	<i>Проверка значимости и интервальная оценка параметров связи</i>	238
6.1.3.	<i>Множественная корреляция</i>	244
6.2.	Регрессионный анализ.....	246
6.2.1.	<i>Двумерное (парное) линейное уравнение регрессии</i>	247
6.2.2.	<i>Проверка значимости уравнения регрессии</i>	252
6.2.3.	<i>Интервальные оценки параметров регрессии</i>	255
6.2.4.	<i>Определение параметров параболической функции</i>	258
6.2.5.	<i>Построение множественного уравнения регрессии</i>	259
6.3.	Временные ряды и прогнозирование.....	268
6.3.1.	<i>Основные понятия</i>	268
6.3.2.	<i>Адаптивные методы прогнозирования</i>	269
6.4.	Задачи для самостоятельного решения.....	274

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... 283

ПРИЛОЖЕНИЕ..... 285