

# ЭКОНОМЕТРИКА

*Учебник*

2-е издание

Под редакцией  
профессора В. Б. Уткина

Москва  
Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°»  
2017

**УДК 330.43(075.8)**

**ББК 65в6я73**

**Э40**

**Авторы:**

*К. В. Балдин* — д. э. н., профессор (глава 11, приложения 2, 3);  
*В. Н. Башлыков* — к. т. н., доцент (главы 1–6, 8, 10, приложение 1);  
*Н. А. Брызгалов* — к. т. н., доцент (введение, глава 7);  
*В. В. Мартынов* — к. т. н., доцент (главы 1–6, 8, 10);  
*В. Б. Уткин* — к. т. н., профессор (введение, глава 7, 11).

Глава 9 написана совместно всеми авторами.

**Рецензенты:**

*В. А. Зотов* — доктор физико-математических наук, профессор;  
*В. И. Бусов* — доктор экономических наук, профессор.

**Э40 Эконометрика: Учебник / Под ред. проф. В. Б. Уткина. — 2-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. — 564 с.**

ISBN 978-5-394-02145-9

Учебник содержит систематизированное изложение методологических основ эконометрики. В нем представлены важнейшие сведения по теории вероятностей и математической статистике. В части “Методы эконометрики” содержится изложение методологии моделирования сложных экономических систем; методов дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализа и основ применения метода экспертного оценивания.

Для студентов экономических вузов.

---

Санитарно-эпидемиологическое заключение  
№ 77.99.60.953.Д.007399.06.09 от 26.06.2009 г.

Подписано в печать 20.06.2016. Формат 60×84 1/16.  
Печать офсетная. Бумага офсетная № 1. Печ. л. 35,25.  
Тираж 100 экз.

Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°»  
129347, Москва, Ярославское шоссе, д. 142, к. 732.  
Тел./факс: (499) 182-01-58, 182-11-79, 183-93-01  
E-mail: sales@dashkov.ru — отдел продаж;  
<http://www.dashkov.ru>

Отпечатано в ГУП Академиздатцентр «Наука» РАН,  
ОП Производственно-издательский комбинат «ВИНИТИ»-«Наука»,  
140014, Московская обл., г. Люберцы, Октябрьский пр-т, д. 403.  
Тел./факс: 554-21-86, 554-25-97, 974-69-76.

ISBN 978-5-394-02145-9

© Коллектив авторов, 2007

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение.....</b>	<b>9</b>
----------------------	----------

## **Часть I** **ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ**

<b>1. Случайные события.....</b>	<b>11</b>
1.1. Предмет теории вероятностей.....	11
1.2. Основные понятия и определения.....	16
1.3. Частота и вероятность. Способы нахождения вероятностей случайных событий.....	20
1.3.1. Аксиоматическое построение теории вероятностей.....	22
1.3.2. Классический способ определения вероятности.....	24
1.4. Понятие условной вероятности. Стохастическая зависимость случайных событий.....	25
1.5. Правила действий с вероятностями.....	27
1.6. Повторение независимых испытаний. Схема Бернулли.....	32
1.7. Формула полной вероятности.....	35
1.8. Формула Байеса.....	36
<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	<i>39</i>
<i>Задачи для самостоятельного решения.....</i>	<i>40</i>
<b>2. Случайные величины.....</b>	<b>44</b>
2.1. Случайные величины и их классификация.....	44
2.2. Закон распределения случайной величины и формы его представления.....	45
2.2.1. Понятие распределения случайной величины.....	45
2.2.2. Функция вероятности.....	46
2.2.3. Функция распределения.....	47
2.2.4. Плотность распределения.....	53

2.3.	Числовые характеристики скалярных случайных величин.....	56
2.3.1.	Характеристики положения.....	56
2.3.2.	Характеристики рассеивания.....	61
2.3.3.	Моменты случайной величины.....	64
2.4.	Основные теоретические распределения скалярных случайных величин.....	67
2.5.	Распределение случайного вектора.....	82
2.6.	Частные и условные распределения компонент случайного вектора.....	86
2.6.1.	Частные распределения.....	86
2.6.2.	Условные распределения. Стохастическая зависимость случайных величин.....	90
2.7.	Числовые характеристики векторных случайных величин.....	95
2.8.	Нормальное распределение двумерного случайного вектора.....	99
	<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	102
	<i>Задачи для самостоятельного решения.....</i>	102
3.	<b>Функции случайных аргументов.....</b>	106
3.1.	Общая характеристика задач исследования функций случайных аргументов.....	106
3.2.	Теоремы о числовых характеристиках случайных величин.....	107
3.3.	Определение числовых характеристик функций случайных аргументов.....	112
	<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	118
	<i>Задачи для самостоятельного решения.....</i>	118

## Часть II МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

4.	<b>Статистические методы оценивания характеристик продукции.....</b>	120
4.1.	Общая характеристика статистических методов оценивания характеристик продукции и результатов ее применения.....	120
4.2.	Общая схема эксперимента.....	123
4.3.	Сущность выборочного метода.....	125

4.4.	Понятие о законе больших чисел и центральной предельной теореме.....	131
	<i>Вопросы для самопроверки</i> .....	136
	<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	137
<b>5.</b>	<b>Методы статистической обработки результатов испытаний</b> .....	138
5.1.	Постановка задачи оценивания вероятностных характеристик случайных величин.....	138
5.2.	Основные требования к оценкам.....	139
5.3.	Оценивание законов распределения случайных величин.....	143
5.4.	Точечное оценивание числовых характеристик случайных переменных .....	150
5.4.1.	Оценивание вероятности наступления случайного события .....	150
5.4.2.	Оценивание математического ожидания случайной величины.....	152
5.4.3.	Оценивание дисперсии и стандартного отклонения случайной величины.....	156
5.4.4.	Определение числовых характеристик случайных величин при большом объеме измерений.....	158
5.5.	Интервальное оценивание числовых характеристик случайных величин.....	158
5.5.1.	Понятие доверительной вероятности и доверительного интервала .....	158
5.5.2.	Оценивание вероятности наступления случайного события .....	163
5.5.3.	Оценивание математического ожидания.....	168
5.5.4.	Оценивание стандартного отклонения .....	173
	<i>Вопросы для самопроверки</i> .....	177
	<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	179
<b>6.</b>	<b>Статистическая проверка гипотез</b> .....	182
6.1.	Сущность проверки статистических гипотез.....	182
6.2.	Методы проверки гипотез о законах распределения.....	190
6.2.1.	Постановка задачи.....	190
6.2.2.	Проверка гипотез о законе распределения .....	193

6.3.	Методы проверки гипотез о параметрах законов распределения.....	202
6.3.1.	Проверка гипотез о равенстве математических ожиданий.....	202
6.3.2.	Проверка гипотез о равенстве дисперсий.....	208
6.4.	Проверка гипотез методом последовательного анализа.....	213
6.4.1.	Сущность метода последовательного анализа.....	213
6.4.2.	Проверка гипотезы о вероятности наступления события.....	216
6.4.3.	Проверка гипотезы о математическом ожидании.....	218
	<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	220
	<i>Задачи для самостоятельного решения.....</i>	221

## Часть III МЕТОДЫ ЭКОНОМЕТРИКИ

7.	<b>Методология моделирования сложных экономических систем.....</b>	226
7.1.	Методы моделирования экономических систем.....	226
7.1.1.	Математическая модель экономической системы.....	228
7.1.2.	Классификация математических моделей..	230
7.2.	Имитационные модели экономических систем.....	242
7.2.1.	Методологические основы применения метода имитационного моделирования.....	242
7.2.2.	Классификация имитационных моделей.....	249
7.3.	Технология моделирования случайных факторов.....	259
7.3.1.	Генерация псевдослучайных чисел.....	259
7.3.2.	Моделирование случайных событий.....	267
7.3.3.	Моделирование случайных величин.....	273
7.3.4.	Моделирование случайных векторов.....	282
7.4.	Основы организации имитационного моделирования.....	289
7.4.1.	Этапы имитационного моделирования.....	289
	<i>Вопросы для самопроверки.....</i>	296

<b>8. Методы статистического анализа результатов испытаний.....</b>	<b>297</b>
8.1. Общая характеристика методов статистического анализа результатов испытаний .....	297
8.2. Основы дисперсионного анализа .....	299
8.2.1. Сущность дисперсионного анализа .....	299
8.2.2. Однофакторный дисперсионный анализ .....	301
8.2.3. Проверка существенности влияния фактора в однофакторном дисперсионном анализе .....	305
8.2.4. Выявление уровня фактора, влияющего на результаты испытаний.....	309
8.2.5. Примеры однофакторного дисперсионного анализа .....	312
8.2.6. Особенности проведения двухфакторного дисперсионного анализа .....	316
<i>Вопросы для самопроверки .....</i>	<i>321</i>
<i>Задачи для самостоятельного решения .....</i>	<i>321</i>
<b>9. Основы регрессионного анализа .....</b>	<b>323</b>
9.1. Сущность регрессионного анализа .....	323
9.2. Задача регрессионного анализа .....	326
9.3. Метод наименьших квадратов.....	328
9.4. Предпосылки регрессионного анализа .....	336
9.5. Статистический анализ уравнения регрессии.....	338
9.6. Спецификация регрессионной модели.....	365
9.7. Регрессионные модели с гетероскедастичными остатками.....	369
9.8. Метод взвешенных наименьших квадратов (МВНК) .....	379
9.9. Нелинейные регрессионные модели и их линеаризация.....	383
9.9.1. Логарифмические модели.....	384
9.9.2. Полулогарифмические модели .....	387
9.9.3. Логлинейная модель.....	388
9.9.4. Линейно-логарифмическая модель.....	389
9.9.5. Обратная модель .....	390
9.9.6. Степенная модель.....	391
9.9.7. Показательная модель .....	392
9.10. Оценки коэффициентов нелинейных регрессионных моделей .....	393

9.10.1. Оценки коэффициентов параболы второго порядка .....	393
9.10.2. Определение коэффициентов функций, отличных от полинома .....	394
<i>Вопросы для самопроверки</i> .....	397
<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	398
<b>10. Основы корреляционного анализа</b> .....	399
10.1. Сущность корреляционного анализа .....	399
10.2. Классификация методов корреляционного анализа .....	401
10.3. Однофакторный корреляционный анализ .....	401
10.4. Анализ тесноты связи .....	405
10.5. Многофакторный корреляционный анализ .....	407
10.6. Автокорреляция .....	413
<i>Вопросы для самопроверки</i> .....	416
<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	416
<b>11. Применение метода экспертного оценивания в эконометрических исследованиях</b> .....	419
11.1. Общая характеристика метода экспертных оценок .....	419
11.2. Классификация методов получения экспертной информации .....	427
11.3. Типы шкал и методы моделирования предпочтений экспертов .....	432
11.4. Методы обработки и анализа экспертных оценок.....	447
11.4.1. Оценка согласованности мнений экспертов ....	448
11.4.2. Обобщение мнений экспертов.....	463
11.4.3. Выделение подгрупп экспертов с близкими мнениями.....	465
11.4.4. Оценка и учет компетентности экспертов....	468
<i>Вопросы для самопроверки</i> .....	472
<b>Литература</b> .....	473
<b>Приложение 1. Список таблиц</b> .....	478
<b>Приложение 2. Система основных финансово-экономических показателей</b> .....	514
<b>Приложение 3. Основные математические и экономические термины и определения</b> .....	520