

УДК 519.862.6  
ББК 65в631  
Х28

**Авторы:**

*Т. В. Русилко* (гл. 1–6, пп. 7.1–7.17),  
*Г. А. Хацкевич* (предисловие, пп. 7.18, 7.19, гл. 8–10)

**Рецензенты:**

кафедра экономической информатики УО «Белорусский  
государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
(зав. кафедрой – кандидат технических наук, доцент *В. Н. Комличенко*);  
заведующий кафедрой математических методов в экономике  
УО «Белорусский государственный экономический университет»,  
доктор экономических наук, доцент *Г. О. Чिताя*

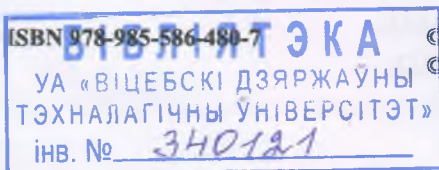
**Хацкевич, Г. А.**

Х28 Эконометрика : учебник / Г. А. Хацкевич, Т. В. Русилко. –  
Минск : РИВШ, 2021. – 452 с.  
ISBN 978-985-586-480-7.

В учебнике представлены основные разделы современного начального курса эконометрики. Теоретический материал сопровождается типовыми примерами с подробным описанием алгоритма решения задач и списком контрольных вопросов, позволяющих проверить усвоение изученного материала.

Предназначен для студентов, обучающихся по физико-математическим, техническим и экономическим специальностям учреждений высшего образования, таким как «Экономическая кибернетика», «Управление информационными ресурсами», «Информационные системы и технологии (в экономике)». Может быть полезен преподавателям и специалистам, применяющим эконометрическое моделирование и прогнозирование в профессиональной деятельности.

УДК 519.862.6  
ББК 65в631



© Хацкевич Г. А., Русилко Т. В., 2021  
© Оформление. ГУО «Республиканский институт высшей школы», 2021

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	3
<b>Глава 1. ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ</b> .....	5
1.1. Предмет и задачи математической статистики.....	5
1.2. Вариационные ряды и их графическое изображение.....	7
1.3. Средние величины .....	19
1.4. Показатели вариации, моменты.....	26
1.5. Основные распределения случайных величин, используемые в математической статистике .....	31
1.5.1. Нормальное распределение.....	31
1.5.2. Распределения, используемые для построения статистических критериев.....	34
1.5.3. Процентные, или критические, точки распределений .....	36
1.6. Статистические оценки параметров распределения. Методы нахождения оценок .....	37
1.6.1. Метод моментов .....	40
1.6.2. Метод максимального правдоподобия .....	42
1.7. Интервальные оценки .....	47
1.8. Проверка статистических гипотез.....	51
1.8.1. Основной принцип проверки гипотез.....	54
1.8.2. <i>P</i> -значение.....	58
1.9. Проверка гипотез о законе распределения.....	59
1.9.1. Критерий $\chi^2$ Пирсона .....	59
1.9.2. Вычисление теоретических частот для нормального распределения.....	61
<b>Контрольные вопросы</b> .....	65
<b>Глава 2. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПОСТРОЕНИЯ</b> .....	67
2.1. Введение в эконометрику.....	67
2.2. Типы экономико-статистических данных .....	70

2.3. Общий вид эконометрических моделей .....	72
2.4. Классификация эконометрических моделей .....	76
2.5. Основные этапы построения эконометрических моделей.....	77
<b>Контрольные вопросы .....</b>	<b>78</b>
<b>Глава 3. МОДЕЛЬ ПАРНОЙ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ .....</b>	<b>80</b>
3.1. Суть регрессионного анализа .....	80
3.2. Коэффициент корреляции .....	83
3.2.1. Свойства выборочного коэффициента корреляции .....	86
3.2.2. Проверка гипотезы о значимости парного коэффициента корреляции .....	87
3.2.3. Многомерный случай .....	88
3.3. Парная линейная регрессия. Оценка параметров .....	89
3.4. Метод наименьших квадратов .....	93
3.5. Разложение оценок коэффициентов на неслучайную и случайную компоненты.....	97
3.6. Предпосылки применения МНК .....	99
3.7. Дисперсии оценок коэффициентов регрессии .....	103
3.8. Оценка дисперсии случайного члена.....	109
3.9. Анализ точности оценок коэффициентов регрессии .....	112
3.9.1. Распределение оценки дисперсии случайного члена – $S^2$ .....	113
3.9.2. Независимость $S^2$ и МНК-оценок $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1$ .....	116
3.10. Проверка гипотез, относящихся к коэффициентам регрессии.....	117
3.10.1. Распределение $t$ -статистик оценок коэффициентов регрессии .....	117
3.10.2. Проверка гипотезы $\beta_1 = \bar{\beta}_1$ .....	119
3.11. Доверительные интервалы для коэффициентов регрессии .....	123
3.12. Анализ вариации зависимой переменной в регрессии.....	126
3.13. Коэффициент детерминации.....	129
3.13.1. Свойства коэффициента детерминации.....	129
3.13.2. Геометрическая интерпретация .....	131
3.14. $F$ -статистика .....	133
3.15. Точечный и интервальный прогнозы по уравнению регрессии. Интервальная оценка для среднего значения зависимой переменной .....	138
3.16. Предсказание индивидуальных значений зависимой переменной .....	142
<b>Контрольные вопросы .....</b>	<b>146</b>

<b>Глава 4. МОДЕЛЬ МНОЖЕСТВЕННОЙ</b>	
<b>ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ</b> .....	148
4.1. Классическая модель множественной линейной регрессии.....	148
4.2. Оценка параметров модели по методу наименьших квадратов.....	152
4.3. Статистические свойства оценок по МНК.....	154
4.4. Дисперсия и стандартные ошибки коэффициентов.....	156
4.4.1. Распределение оценки $S^2$ дисперсии случайного члена.....	159
4.4.2. Независимость оценок $\hat{\beta}$ и $S^2$ .....	160
4.5. Анализ вариации зависимой переменной.	
Кoeffициент детерминации и скорректированный	
коэффициент детерминации.....	161
4.6. Проверка значимости уравнения регрессии.....	167
4.7. Доверительные интервалы для коэффициентов	
регрессии, проверка значимости коэффициентов регрессии.....	172
4.8. Проверка равенства двух коэффициентов детерминации.....	178
4.9. Проверка гипотезы о совпадении регрессий двух выборок.....	180
4.10. Уравнение регрессии в стандартизованном масштабе.....	181
4.11. Частные уравнения регрессии.....	186
4.12. Множественная корреляция.....	189
4.13. Частные корреляции.....	192
4.14. Частный $F$ -критерий Фишера.....	197
4.15. Процедура пошаговой регрессии.....	200
<b>Контрольные вопросы</b> .....	202
<b>Глава 5. РАЗЛИЧНЫЕ АСПЕКТЫ</b>	
<b>МНОЖЕСТВЕННОЙ РЕГРЕССИИ</b> .....	204
5.1. Мультиколлинеарность.....	204
5.1.1. Признаки мультиколлинеарности.....	206
5.1.2. Методы определения мультиколлинеарности.....	206
5.2. Методы устранения или смягчения мультиколлинеарности.....	208
5.2.1. Методы смягчения мультиколлинеарности.....	208
5.2.2. Гребневая регрессия.....	209
5.2.3. Метод главных компонент.....	211
5.3. Фиктивные переменные.....	215
5.4. Нелинейные регрессии.....	219
5.4.1. Замена переменных.....	222
5.4.2. Логарифмирование обеих частей уравнения.....	224



5.5. Показатели корреляции и детерминации для нелинейных регрессий .....	227
5.6. Средняя ошибка аппроксимации, коэффициент эластичности .....	230
5.7. Выбор модели оптимальной сложности .....	233
5.7.1. Основные типы ошибок спецификации .....	233
5.7.2. Критерии Акаике и Шварца .....	235
5.8. Сравнение невложенных регрессий .....	236
5.8.1. <i>J</i> -тест .....	236
5.8.2. <i>PE</i> -тест .....	237
5.8.3. Тесты на функциональную форму .....	238
<b>Контрольные вопросы</b> .....	239
<b>Глава 6. ОБОБЩЕННАЯ ЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ РЕГРЕССИИ</b> .....	241
6.1. Обобщенная линейная модель множественной регрессии .....	241
6.2. Обобщенный метод наименьших квадратов .....	245
6.3. Доступный обобщенный метод наименьших квадратов .....	249
6.4. Гетероскедастичность .....	250
6.4.1. Последствия гетероскедастичности .....	252
6.4.2. Обнаружение гетероскедастичности .....	252
6.4.3. Тестирование гетероскедастичности .....	254
6.5. Методы смягчения проблемы гетероскедастичности .....	258
6.6. Автокорреляция остатков .....	261
6.6.1. Последствия автокорреляции .....	263
6.6.2. Обнаружение автокорреляции .....	263
6.6.3. Тестирование автокорреляции .....	264
6.7. Методы устранения автокорреляции .....	268
6.8. Оценка параметров в модели с авторегрессионными остатками .....	271
<b>Контрольные вопросы</b> .....	273
<b>Глава 7. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ</b> .....	275
7.1. Общие сведения о временных рядах .....	275
7.2. Компоненты временного ряда .....	278
7.3. Аналитический вид тренда .....	282
7.3.1. Аналитическое выравнивание временного ряда .....	282
7.3.2. Метод конечных разностей .....	286

7.4. Методы проверки наличия тренда .....	287
7.5. Сглаживание временных рядов .....	288
7.5.1. Метод простой скользящей средней .....	289
7.5.2. Метод взвешенной скользящей средней .....	293
7.5.3. Простое экспоненциальное сглаживание .....	294
7.6. Моделирование тенденции временного ряда при наличии структурных изменений.....	298
7.7. Моделирование сезонных колебаний .....	305
7.7.1. Аддитивная модель сезонности.....	305
7.7.2. Применение фиктивных переменных для моделирования сезонных колебаний .....	313
7.7.3. Мультипликативная модель сезонности .....	317
7.7.4. Одномерный анализ Фурье .....	321
7.8. Стационарные временные ряды и их характеристики.....	322
7.9. Автокорреляция уровней временного ряда и анализ его структуры .....	324
7.10. Процесс белого шума.....	330
7.11. Модели авторегрессии.....	332
7.11.1. Авторегрессия первого порядка $AR(1)$ .....	332
7.11.2. Авторегрессия второго порядка $AR(2)$ .....	339
7.11.3. Авторегрессия порядка $p - AR(p)$ .....	345
7.12. Модели скользящего среднего – $MA(q)$ .....	347
7.13. Смешанные модели авторегрессии и скользящего среднего – $ARMA(p, q)$ .....	353
7.14. Методы построения и тестирования модели $ARMA$ .....	361
7.15. Модели и методы анализа нестационарных временных рядов .....	365
7.15.1. Модели временных рядов с детерминированным трендом.....	365
7.15.2. Модели нестационарных временных рядов типа $ARIMA$ .....	367
7.16. Модели процессов «единичного корня».....	370
7.17. Методы тестирования процессов «единичного корня» .....	377
7.18. Процесс коинтеграции ( <i>co-integration process</i> ).....	383
7.19. Лаговые (распределенные во времени) эконометрические модели.....	385

7.19.1. Геометрическая лаговая структура, или модель Койка.....	386
7.19.2. Полиномиальная лаговая структура, или модель Алмон.....	389
<b>Контрольные вопросы</b> .....	392

**Глава 8. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ  
С ФИКТИВНЫМИ (ДИХОТОМИЧЕСКИМИ)  
ПЕРЕМЕННЫМИ. ЛОГИТ И ПРОБИТ МОДЕЛИ** .....

8.1. Введение фиктивных факторов во множество экзогенных переменных модели .....	395
8.2. Введение фиктивного описания для эндогенной переменной .....	398
8.2.1. Логит-модель при фиктивном описании эндогенной переменной .....	400
8.2.2. Пробит-модель при фиктивном описании эндогенной переменной .....	402
8.2.3. Тест Чоу для диагностики введения фиктивных переменных в эконометрическую модель .....	402
<b>Контрольные вопросы</b> .....	406
<b>Задачи и упражнения</b> .....	406

**Глава 9. СОВМЕСТНЫЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ  
УРАВНЕНИЯ** .....

9.1. Определение совместных эконометрических уравнений .....	409
9.2. Проблема идентифицируемости совместных эконометрических уравнений .....	413
9.3. Векторно-матричное представление совместных эконометрических уравнений.....	415
9.4. Описание проблемы идентифицируемости при векторно-матричном представлении совместных эконометрических уравнений: порядковый и ранговый критерии идентифицируемости.....	417
9.4.1. Порядковое условие идентифицируемости (необходимое условие).....	419
9.4.2. Ранговый критерий (необходимое и достаточное условие) идентифицируемости.....	419

9.5. Двухшаговый МНК для оценивания параметров совместных эконометрических уравнений.....	420
<b>Контрольные вопросы</b> .....	431
<b>Задачи и упражнения</b> .....	431

<b>Глава 10. ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОНОМЕТРИКИ. ПРИМЕРЫ БОЛЬШИХ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ</b> .....	436
<b>Контрольные вопросы</b> .....	441

<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	442
---	-----

