

М. Ю. Романовский
Ю. М. Романовский

Математические начала эконофизики



М. Ю. Романовский
Ю. М. Романовский

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАЧАЛА ЭКОНОФИЗИКИ

ПОСВЯЩАЕТСЯ ПАМЯТИ Д. С. ЧЕРНАВСКОГО

При участии И. Г. Поспелова



Москва ♦ Ижевск

2020

УДК 338.24
ББК 65.050
Р695



Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
по проекту № 20-11-00001, не подлежит продаже

Романовский М. Ю., Романовский Ю. М.
Р695 Математические начала экономифизики. — М.–Ижевск: Институт
компьютерных исследований, 2020. — 360 с.

ISBN 978-5-4344-0849-3

Книга предлагает естественно-научный подход к решению некоторых задач социальных наук и экономики. В первой части особое внимание уделено описанию стохастической динамики фондового рынка и индивидуальных доходов и расходов. Кратко излагаются также классические стохастические модели математической экономики. Рассмотрен ряд проблем наукометрии. Вторая часть посвящена динамическим моделям экономических явлений. Среди них демографическая динамика и измерение человеческого капитала, различные модели конкуренции. Рассмотрены наиболее интересные динамические модели экономики современной России и, в частности, модель банковской системы России.

Книга охватывает достаточно большую область экономических и социальных проблем и представляет большой интерес для широкого круга исследователей и работников финансово-экономической сферы, а также для студентов старших курсов и аспирантов, изучающих математическую экономику и наукометрию.

ББК 65.050
УДК 338.24

ISBN 978-5-4344-0849-3

© М. Ю. Романовский, Ю. М. Романовский, 2020
© АНО «Ижевский институт компьютерных
исследований», 2020

Оглавление

Предисловие	9
Часть I. Статистическая эконофизика	11
Глава 1 (вводная). Задачи экономики и задачи эконофизики	11
Глава 2. Краткие сведения о свойствах функций распределения и связанных с ними величин	15
§ 1. Функции распределения вероятности непрерывных случайных величин	15
§ 2. Операции над функциями распределения плотностей вероятности	16
§ 3. Распределения плотности вероятности случайных величин, встречающиеся в экономике	20
§ 4. Характеристическая функция	27
§ 5. Распределение Леви	28
§ 6. Корреляции непрерывных и дискретных случайных величин	30
Глава 3. Динамика объектов фондового рынка	32
§ 1. Фондовый рынок как часть соответствующей экономической системы. Арбитраж	32
§ 2. Структура фондовых рынков	34
§ 3. Деривативы на фондовом рынке	35
§ 4. Цена опциона на идеальном рынке	39
§ 5. Понятие условной зависимой от времени функции распределения плотности вероятности	41
§ 6. Процесс GARCH	45
Глава 4. Эмпирические данные о распределениях наблюдаемых флуктуаций объектов фондового рынка	49
§ 1. Эмпирическая информация о распределении акций по доходности и количеству	49
§ 2. Эмпирическая информация о распределении объемов транзакций и временных интервалов между транзакциями	53

§ 3. Эмпирические данные о флуктуациях временных рядов биржевых индексов.....	56
Глава 5. Автокорреляции и спектры флуктуаций на фондовом рынке.....	63
§ 1. Автокорреляционные и спектральные методы анализа временных рядов.....	63
§ 2. Случайные процессы с длинными корреляциями.....	67
Глава 6. Корреляции на фондовом рынке	71
§ 1. Корреляционные методы исследования курсов акций, их производных и кумулятивных фондовых индексов как случайных процессов (случайных временных рядов)	71
§ 2. Формирование портфеля инвестиций и динамика его доходности. Одноиндексная модель динамики ценной бумаги.	76
§ 3. Одноуровневые одновременные корреляции изменений курсов акций российских компаний. Топология российского фондового рынка	81
§ 4. Разноуровневые разновременные корреляции изменений курсов акций российских компаний с международными отраслевыми индексами MSCI	84
§ 5. Краткосрочные прогнозы курсов акций на российском фондовом рынке и других развивающихся рынках	86
Глава 7. Случайные блуждания	94
§ 1. Броуновское движение и гауссовы случайные блуждания	94
§ 2. Случайные блуждания Леви и супердиффузия	98
§ 3. Усеченные блуждания Леви.....	102
§ 4. Другие способы генерации случайных блужданий Леви (в том числе усеченных).....	107
§ 5. Функциональные блуждания Леви.....	111
§ 6. Распределение Хольтсмарка	114
§ 7. Усеченные функциональные распределения Леви.....	118
Глава 8. Статистические модели фондового рынка	123
§ 1. Какие статистические модели фондового рынка возможны?	123
§ 2. Неклассические случайные блуждания и феноменология флуктуаций доходности ценных бумаг на фондовом рынке..	124
§ 3. Основной закон фондового рынка	129
§ 4. Глобальная «плазменная» модель фондового рынка	130
§ 5. Усеченное распределение Леви для флуктуаций индекса S&P 500	136

§ 6. Эмпирические аппроксимации автокорреляционных функций финансовых инструментов фондового рынка	138
§ 7. «Плазменная» модель автокорреляций.....	139
§ 8. Статистика распределения транзакций.....	142
Глава 9. Распределение денег, доходов и имущества.....	146
§ 1. Распределение денег, доходов и имущества в руках экономических субъектов в развитых экономиках	146
§ 2. Динамика денег в мультивалютной экономике	149
§ 3. Модель двугорбого распределения располагаемых доходов в экономике позднего СССР и России.....	151
§ 4. Эмпирические распределения доходов и имущества в руках экономических субъектов в развитых экономиках	152
Глава 10. Определение доходов граждан по их расходам на примере расходов на новые автомобили.....	161
§ 1. Модель распределения расходов, репрезентативных доходам.....	161
§ 2. Распределение расходов на новые автомобили в развитых экономиках	163
§ 3. Распределение расходов на новые автомобили в развивающихся экономиках на примере современной России	165
§ 4. Распределение доходов в современной России и их оценка по распределению расходов на новые автомобили	171
Глава 11. Новые мультипараметрические экспоненциальные распределения со степенными асимптотиками.....	178
Введение	178
§ 1. Семейство мультипараметрических кривых с экспоненциальным «телом» кривой и степенным хвостом.....	179
§ 2. Распределение продаж новых автомобилей и сравнение его с распределением индивидуальных доходов в США.....	183
§ 3. Распределение продаж новых автомобилей в современной России	186
§ 4. Экспоненциальные распределения энергии со степенными асимптотиками в экспериментах по измерению энергий заряженных частиц при лазерном облучении мишеней.....	191
Выводы к главе 11	194
Глава 12. Мультипараметрическое стретч-экспоненциальное распределение. Применение его в наукометрии	199
Введение	199

§ 1. Мультипараметрическое семейство кривых со стретч-экспоненциальной основной частью и степенным хвостом	199
§ 2. Распределение цитируемости авторов	202
§ 3. Обсуждение результатов	205
Выводы к главе 12	207
Заключение к части I. Ближайшие нерешенные задачи статистической экономифизики	209
Часть II. Динамическая экономифизика	215
Глава 13. Модели роста народонаселения. Демографический переход	215
§ 1. Мальтус и Ферхюльст	216
§ 2. Рост населения мира. Обзор демографических данных	217
§ 3. Модель роста населения Земли от миллиона лет до н. э. по настоящее время (по С. П. Капице)	220
§ 4. Вывод формулы Капицы по Подлазову	222
§ 5. Описание демографического перехода по А. В. Подлазову	222
§ 6. Таблица Богданкевича	226
Глава 14. Человеческий потенциал и человеческий капитал России	234
Вводные замечания	234
§ 1. Проблема занятости населения (или сферы приложения труда)	235
§ 2. Определение понятий человеческого капитала (ЧК) и человеческого потенциала (ЧП)	237
§ 3. Материнское генетическое давление и продолжительность жизни	241
§ 4. Математическая модель динамики человеческого капитала России	242
§ 5. Что не учтено в этой модели? Отрицательные ЧП и ЧК России	251
§ 6. Новые вызовы нашего времени	255
Глава 15. Начала качественной теории дифференциальных уравнений	257
§ 1. Качественная теория для систем двух автономных дифференциальных уравнений	257
§ 2. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка	261

§ 3.	Иерархия времен в динамических системах	263
§ 4.	Теорема Тихонова	264
§ 5.	Проблема автокатализа, или как правильно написать уравнение Мальтуса	266
§ 6.	Модель Мальтуса и экспоненциальный рост компаний	268
§ 7.	Простейшая модель конкуренции	272
§ 8.	Модель конкуренции с ограниченным ростом производства	272
§ 9.	Трехкомпонентная модель общества «производителей и управленцев» (по Ю. И. Неймарку)	275
Глава 16.	Циклы в развитии экономики	279
§ 1.	Циклы Кондратьева	279
§ 2.	О медленных волнах Кондратьева в мировой истории	282
§ 3.	Волновые процессы в текущей экономике	284
§ 4.	Модель Гудвина для циклов капиталистической экономики	284
§ 5.	Циклы в моделях с запаздыванием	288
§ 6.	Взаимная синхронизация автоколебательных систем Хатчинсона	292
§ 7.	Вольтерровские системы в экономике	294
Глава 17.	Поведенческие функции в экономике	300
§ 1.	Функция спроса	300
§ 2.	Производственная функция	304
Глава 18.	Экономическая структура общества (ЭСО)	307
§ 1.	Функции распределения по накоплениям и доходам $\rho(U)$	307
§ 2.	Математическая модель реконструкции $\rho(U)$	308
§ 3.	Примеры реконструкции ЭСО в СССР и России	312
Глава 19.	Базовая модель рыночной экономики в закрытом обществе	317
§ 1.	Формулировка базовой модели	317
§ 2.	Фазовый портрет модели	319
§ 3.	Параметрический анализ модели	321
Глава 20.	Динамическая модель макроэкономики современной России	324
§ 1.	Цели моделирования и построение динамической модели макроэкономики современной России	324
§ 2.	Выбор параметров модели	327
§ 3.	Некоторые результаты моделирования	328

§ 4. Модель современной экономики России, построенная на принципе межвременного равновесия.....	333
§ 5. Итог. Возможно ли «экономическое чудо»?	336
Глава 21. Модель банковской системы России	340
§ 1. Функции банковской системы в экономике.....	340
§ 2. Единство банковской системы	342
§ 3. Банковская статистика и переменные модели	344
§ 4. Динамическая модель рационального поведения Банка.....	346
§ 5. Метод решения и особенности задачи.....	348
§ 6. Окончательный вид модели и некоторые результаты расчетов	353
§ 7. Сильный магистральный эффект.....	355