

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

О. В. Ульяновченко

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ
В ЕКОНОМІЦІ**

Підручник для студентів вузів

Видання друге, перероблене і доповнене

Суми "ДОВКІЛЛЯ" 2010

ББК 65.01
У51
УДК 330.45

Рецензенти : *Путятін В. П.*, академік Української академії інформатики, завідувач кафедри економічної кібернетики ХДТУСГ;
Чупіс А.В., д-р екон. наук, завідувач кафедри фінансів Сумського національного аграрного університету;
Сизоненко В. Л., д-р фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри вищої математики та фізики ХНАУ.

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як підручник для студентів вищих навчальних закладів (протокол № 14/18.2-889 від 3 червня 2002 р.)

Ульянченко О. В.

У51 Дослідження операцій в економіці: Підручник . – Суми: Видавництво "Довкілля", 2010. – 594 с.

ISBN 978-966-8078-90-3

Викладено теоретичні основи та принципи побудови моделей дослідження операцій в економіці, розглянуто їх структуру й основні компоненти. Значну увагу приділено основним поняттям, принципам і методиці дослідження операцій, розбудові виробничих функцій, прогнозуванню економічних показників, методам лінійного та нелінійного програмування, планування й управління мережами, математичному моделюванню процесів масового обслуговування, управління запасами, імітаційному моделюванню, експертним оцінкам у менеджменті, використанню пакетів прикладних програм у дослідженні операцій.

Для студентів економічних спеціальностей вищих закладів освіти III-IV рівнів акредитації.

ББК 65.01

ISBN 978-966-8078-90-3

© О. В. Ульянченко, 2010

© БНВП "ЕОНС",

Видавництво "Довкілля", 2010

З М І С Т

Передмова

ВСТУП.....	6
------------	---

Глава 1

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ПРИНЦИПИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ.....	17
1.1. Об'єкт дослідження.....	17
1.2. Мета та цілі дослідження.....	19
1.3. Моделювання в теорії дослідження операцій.....	20
1.4. Математичне моделювання.....	22
1.5. Операційні системи, призначені для людей.....	26
Питання для самоконтролю.....	28

Глава 2

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ.....	29
2.1. Визначення мети та значимості цілей.....	29
2.2. Дослідження стратегій.....	32
2.3. Планування етапів розбудови проекту.....	33
2.4. Визначення проблеми дослідження.....	35
2.5. Розбудова математичної моделі.....	40
2.6. Інформаційне забезпечення та вибір числових методів.....	44
2.7. Розробка технічного завдання, програмування та відладка.....	45
2.8. Накопичення даних.....	46
2.9. Перевірка дієздатності моделі.....	47
Питання для самоконтролю.....	49

Глава 3

ВИРОБНИЧІ ФУНКЦІЇ.....	50
3.1. Поняття виробничої функції.....	50
3.2. Виробничі функції однієї змінної.....	53
3.3. Багатофакторні виробничі функції.....	62
3.4. Загальні властивості виробничих функцій.....	65
3.5. Визначення параметрів виробничих функцій.....	67
3.5.1. Елементи теорії обробки даних спостереження.....	70
3.5.2. Лінійна парна регресія.....	73
3.5.3. Оцінки параметрів лінійної парної регресії.....	75
3.5.4. Нелінійна парна регресія.....	78

3.5.5. Перевірка значимості рівняння регресії.....	81
3.5.6. Поняття про багатовимірні кореляцію та регресійний аналіз.....	85
3.6. Граничні та середні значення виробничих функцій.....	90
3.7. Урахування часу при розбудові виробничих функцій.....	94
Питання для самоконтролю.....	95

Глава 4

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧАСОВИХ РЯДІВ.....	96
4.1. Загальні поняття.....	96
4.2. Часові ряди.....	98
4.2.1. Різновиди часових рядів.....	98
4.2.2. Тренд.....	98
4.2.3. Проміжки переоцінки та уточнення прогнозу.....	100
4.2.4. Вихідні дані.....	101
4.3. Аналіз тенденцій зміни рівнів часового ряду	102
4.3.1. Дослідження тенденції зміни середнього рівня.....	102
4.3.2. Елементарні засоби статистичного аналізу динаміки часових рядів.....	106
4.3.3. Плинні середні.....	107
4.3.4. Зважені плинні середні.....	109
4.3.5. Середні прирости.....	111
4.3.6. Темпи зростання та середні темпи приросту.....	113
4.4. Короткотермінове прогнозування.....	114
4.4.1. База та горизонт прогнозу.....	116
4.4.2. Прогнозування стаціонарних показників.....	117
4.4.2.1. Експоненціальна зважена середня.....	119
4.4.3. Прогнозування нестаціонарних показників.....	120
4.4.3.1. Характери трендів.....	120
4.4.3.2. Типи трендів.....	120
4.4.4. Лінійно-адитивна модель прогнозування.....	122
4.4.5. Визначення точності короткотермінового прогнозу.....	123
4.4.6. Контроль при короткотермінового прогнозування.....	125
4.4.7. Поняття про адаптивне прогнозування.....	126
4.5. Методи середньо- та довготермінового прогнозування.....	128
4.5.1. Вихідні положення.....	128
4.5.2. Автокореляція.....	132
4.5.3. Екстраполяція тренда для розрахунків прогнозу.....	136
4.5.4. Оцінки точності та надійності прогнозу.....	137
4.5.4.1. Оцінка дисперсії прогнозу.....	139
4.5.4.2. Інтервал довіри прогнозу для лінійного тренда.....	143

4.5.4.3. Інтервали довіри для трендів, аналітичні форми яких можна привести до лінійних.....	147
4.6. Використання індикаторів та індексів.....	148
Питання для самоконтролю.....	154

Глава 5

ЗАГАЛЬНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ (ЗЛП)..	155
5.1. Приклади задач лінійного програмування.....	155
5.2. Різні форми запису задачі лінійного програмування.....	158
5.3. Геометричне тлумачення задачі лінійного програмування.....	162
Питання для самоконтролю.....	170

Глава 6

НЕОБХІДНІ ВІДОМОСТІ З ЛІНІЙНОЇ АЛГЕБРИ.....	171
6.1. Числа, вектори, n -мірний простір Евкліда.....	171
6.2. Матриці та визначники.....	176
6.3. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь.....	181
Питання для самоконтролю.....	190

Глава 7

СИМПЛЕКСНИЙ МЕТОД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ.....	192
7.1. Опорні плани задачі лінійного програмування.....	192
7.2. Оцінки опорних планів.....	196
7.2.1. Ознака оптимальності опорного плану.....	197
7.2.2. Ознака необмеженості цільової функції в допустимій області.....	202
7.2.3. Ознака наявності нескінченної множини оптимальних планів.....	202
7.2.4. Вироджені плани задачі лінійного програмування та проблема зациклення.....	203
7.3. Алгоритм симплексного методу розв'язання невироджених задач лінійного програмування.....	205
7.4. Пошук вихідного опорного плану.....	206
7.5. Симплексний метод з використанням фіктивного базису.....	209
Питання для самоконтролю.....	213

Глава 8

СПРЯЖЕНІ ЗАДАЧІ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ.....	214
8.1. Поняття спряженості (двоїстості).....	214
8.2. Відповідність між змінними спряжених задач.....	218
8.3. Теорема спряженості.....	220
8.4. Економічний зміст оптимальних планів спряжених задач.....	222
Питання для самоконтролю.....	227

Глава 9

ОСОБЛИВІ ЗАДАЧІ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ. ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА.....	228
9.1. Загальні зауваження.....	228
9.2. Транспортна задача.....	230
9.3. Збалансовані та незбалансовані моделі транспортної задачі.....	233
9.4. Побудова опорного вихідного плану.....	235
9.5. Метод потенціалів пошуку оптимального плану.....	238
Питання для самоконтролю.....	247

Глава 10

ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ЛІНІЙНОГО ЦІЛОЧИСЛОВОГО ТА ДИСКРЕТНОГО ПРОГРАМУВАННЯ.....	248
10.1. Особливості задачі цілочислового та дискретного програмування.....	248
10.2. Короткий огляд основних засад методів розв'язання задач цілочислового лінійного програмування.....	249
10.3. Метод відтинання (метод Р. Гоморі) у розв'язанні задач цілочислового програмування.....	251
10.4. Метод розгалужень і меж.....	258
Питання для самоконтролю.....	264

Глава 11

НЕЛІНІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ.....	265
11.1. Задача нелінійного програмування.....	265
11.2. Опуклі та угнуті функції, їх властивості.....	268
11.3. Умовний екстремум класичної теорії. Метод множників Лагранжа, їх еко- номічний зміст.....	273
11.4. Задача опуклого програмування. Графо-аналітичний розв'язок у просторі двох змінних.....	277
11.5. Необхідні та достатні умови оптимальності в задачі опуклого програму-	

вання. Теорема Куна-Таккера.....	280
11.6. Задача квадратичного програмування.....	282
11.7. Градієнтні методи.....	285
11.8. Метод штрафних функцій.....	293
Питання для самоконтролю.....	299

Глава 12

МЕТОДИ ПЛАНУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖАМИ.....	300
12.1. Призначення та сфера використання.....	300
12.2. Основні поняття теорії графів.....	301
12.3. Побудова правильної нумерації вершин графу.....	302
12.4. Алгоритм пошуку найкоротшого шляху мережі (графу).....	304
12.5. Побудова графу планування та управління мережею (ПУМ).....	306
12.6. Упорядкування графу ПУМ, обчислення основних параметрів.....	310
12.7. Аналіз та оптимізація планування й управління мережею.....	321
Питання для самоконтролю.....	326

Глава 13

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ.....	327
13.1. Основні поняття.....	327
13.2. Управління однономенклатурними запасами.....	329
13.3. Статична модель управління багатноменклатурними запасами.....	336
13.4. Стохастичні моделі управління запасами.....	339
Питання для самоконтролю.....	348

Глава 14

ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ГРИ В РОЗВ'ЯЗАННІ ГОСПОДАРСЬКИХ ЗАДАЧ.....	349
14.1. Основні поняття теорії гри.....	349
14.2. Класифікація моделей ігор.....	350
14.3. Математичне моделювання конфліктних ситуацій.....	351
14.4. Розв'язання матричних ігор в чистих стратегіях.....	353
14.5. Розв'язання матричних ігор у змішаних стратегіях.....	357
14.6. Приведення матричної гри до задачі лінійного програмування.....	364
14.7. Ігри з ненульовою сумою та кооперативні. Моделювання проблем мікро- економіки з використанням математичного апарата теорії гри.....	369
14.8. Позиційні ігри як моделювання проблеми вступу до ринку.....	373
14.9. Теорія гри та прийняття управлінських рішень.....	377
Питання для самоконтролю.....	384

Глава 15

МОДЕЛІ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ.....	385
15.1. Історична довідка.....	385
15.2. Приклади розв'язання задач методом динамічного програмування.....	386
15.2.1. Задача пошуку найекономнішого маршруту доставки вантажу.....	386
15.2.2. Задача розширення виробничих потужностей за умови відрахувань від прибутку з метою одержання максимального зиску.....	390
15.3. Загальна постановка задачі динамічного програмування.....	397
15.4. Принцип оптимальності та структура рівняння Белмана.....	401
15.5. Задача оптимального розподілу коштів на реконструкцію та модернізацію між кількома об'єктами.....	407
Питання для самоконтролю.....	412

Глава 16

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.....	413
16.1. Основні поняття та класифікація моделей СМО.....	414
16.2. Коротка історична довідка.....	415
16.3. Класифікація систем масового обслуговування.....	416
16.4. Основні засади математичного моделювання роботи систем масового обслуговування.....	418
16.5. Терміни виконання вимог (обслуговування).....	423
16.6. Графічне моделювання систем масового обслуговування.....	426
16.7. Чисті системи масового обслуговування за необмеженої черги.....	429
16.7.1. Одноканальні СМО з очікуванням.....	430
16.7.2. Багатоканальні СМО з очікуванням.....	438
16.8. Рівняння Колмогорова.....	440
16.9. Граничні ймовірності стабільної роботи СМО.....	444
16.10. Процес розмноження та вимирання.....	450
Питання для самоконтролю.....	452

Глава 17

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	453
17.1. Імітаційний підхід.....	453
17.2. Задачі економіки, при розв'язанні яких доцільно використовувати імітаційне моделювання.....	454
17.3. Кроки практичної реалізації імітаційного моделювання.....	456
17.4. Приклад блок-схеми імітаційної моделі.....	457
Питання для самоконтролю.....	460

Глава 18

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ.....	461
18.1. Задача вибору інвестиційного проекту.....	461
18.2. Дисконтування грошових потоків.....	462
18.3. Прибуток та інфляція.....	467
18.4. Оцінка інвестиційного ризику.....	474
18.5. Одна з інвестиційних моделей при використанні банківського кредиту.....	475
Питання для самоконтролю.....	479

Глава 19

ЕКСПЕРТНІ ОЦІНКИ В МЕНЕДЖМЕНТІ.....	480
19.1. Задача прийняття рішень.....	480
19.2. Експертні оцінки.....	481
19.3. Оцінювання об'єктів при проведенні експертиз.....	483
19.4. Аналіз узгодженості експертних оцінок.....	489
19.5. Підготовка та проведення експертиз.....	491
Питання для самоконтролю.....	494

Глава 20

ФІНАНСОВИЙ СТАН ПІДПРИЄМСТВА, ДІАГНОСТИКА БАНКРУТСТВА.....	495
20.1. Необхідність і значимість оцінки фінансового стану підприємства.....	495
20.2. Фінансовий аналіз.....	495
20.3. Основні показники фінансового стану підприємства.....	497
20.3.1. Показники оцінки майнового стану.....	497
20.3.2. Показники оцінки фінансової стійкості.....	498
20.4. Аналіз фінансової стійкості підприємства.....	499
20.4.1. Поняття фінансової стійкості.....	499
20.4.2. Фінансова стійкість стосовно джерел покриття обігових коштів.....	499
20.4.3. Показники платоспроможності (ліквідності).....	500
20.5. Банкрутство: фінансові та правові питання.....	501
20.5.1. Поняття банкрутства. Фінансовий стан підприємства та банкрутство.....	501
20.5.2. Діагностика банкрутства.....	504
Питання для самоконтролю.....	510

Глава 21

ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТІВ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ (ППП) У ДОСЛІДЖЕННІ ОПЕРАЦІЙ.....	512
21.1. Загальна характеристика PPP.....	512
21.2. Засоби пакетів статистичних програм для обробки та аналізу даних.....	513
21.3. Математичні PPP.....	515
21.4. Microsoft Excel 2000 як інструмент для вирішення задач математичного програмування.....	517
21.4.1. Функції Excel.....	520
21.4.2. Апроксимація даних.....	526
21.4.2.1. Функції апроксимації кривої.....	527
21.4.2.2. Регресійний аналіз.....	531
21.4.2.3. Використання ліній тренда.....	533
21.4.3. Інструменти Excel для аналізу даних і пошуку оптимальних рішень.....	537
21.4.3.1. Аналіз за сценарієм “що буде – якщо...”.....	537
21.4.3.2. Аналіз за сценарієм “що треба – щоб...”.....	541
21.4.3.2.1. Підбір параметра.....	542
21.4.3.2.2. Графічний підбір параметра.....	544
21.4.3.2.3. Пошук рішення.....	546
21.5. Пакет Maple.....	557
21.5.1. Загальна характеристика.....	557
21.5.2. Робоча панель Maple.....	557
21.5.3. Довідкова підсистема Maple.....	558
21.5.4. Типи даних.....	559
21.5.5. Підпрограма Networks.....	560
21.5.6. Підпрограма Stats.....	563
21.5.7. Підпрограма Simplex.....	564
21.6. Некомерційні PPP.....	570
21.6.1. OpenOffice.Org3.0.	571
21.6.2. «Періодограми»v.1.0.	574
Питання для самоконтролю.....	576
БІБЛІОГРАФІЯ.....	577
Іменний показчик.....	579
Предметний показчик.....	581

Олександр Вікторович УЛЬЯНЧЕНКО

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ В ЕКОНОМІЦІ

Наукове видання

Редактор: Н.О. Максимова
Тех. редактор: М.І. Мельник

Підписано до друку 12.08.2009. Формат 84x108/32.
Папір офсетний. Офсет. друк. Ум.-др. арк. 29,1. Обл. вид. арк. 29,5. Наклад 500
прим. Вид. № 19. Зам. 36.

БНВП "ЕОНС", Видавництво "Довкілля".
40030, Суми, вул. Петропавлівська, 98Б, тел. (0542) 787-658.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців
і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 371 від 22.03.2001.

Поліграфічна ділянка видавництва "Довкілля",
40030, Суми, вул. Петропавлівська, 98Б.