

**МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА  
НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ  
ЕКОНОМІЧНИМИ ТА ТЕХНІЧНИМИ  
СИСТЕМАМИ**

**МОНОГРАФІЯ**

За загальною редакцією  
доктора технічних наук, професора В.О. Тімофєєва  
доктора технічних наук, професора І.В. Чумаченко

Харьков, 2017

УДК 658.012.32  
ББК: У 290-21

Рекомендовано до друку вченою радою Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова (протокол № 14 від 29 червня 2017 р.).

*Рецензенти:*

*В.О. Філатов* – д-р тех. наук, проф., зав. кафедрою штучного інтелекту Харківського національного університету радіоелектроніки;

*Г.В. Назарова* – д-р екон. наук, проф., зав. кафедрою управління персоналом ХНЕУ імені Семена Кузнеця;

*О.І. Пушкар* – д-р екон. наук, проф., зав. кафедрою Комп’ютерних систем та технологій ХНЕУ імені Семена Кузнеця

T41 Математичні моделі та новітні технології управління економічними та технічними системами [Текст] : монографія / за заг. ред В.О. Тимофєєва, І.В. Чумаченко – Харьков: ФОП Мезіна В.В., 2017. – 317 с.

ISBN 978-617-7577-09-5

*Автори: Артюх Р.В.; Бабець І.Г.; Булаєнко М.В.; Бушуєв К.М.; Верясова Г.М.; Гибкіна Н.В.; Гусак Д.В.; Гуца О.М.; Данильченко В.В.; Данишина С.Ю.; Діденко Є.В.; Зарицький О.В.; Зеленський С.В.; Кирій В.В.; Ковалевська А.В.; Косенко В.В.; Костенко О.Б., Костін Д.Ю.; Костін Ю.Д.; Литвинов А. В.; Лобакова Л.В.; Малєєва О.В.; Менейлюк І.О.; Менейлюк О.І.; Морозова А.І.; Нікіфоров О.Л.; Новаківський І.І.; Овсюченко Ю.В.; Пенцак Є.Я.; Персіянова О.Ю.; Петренко В.О.; Петрова Р.В.; Рамазанов С.К.; Родченко С.С.; Сидоров М.В.; Соколова Л.В.; Стороженко О.В.; Телегін В.С.; Тимофєєв В.О.; Фонарьова Т.А.; Чеченець Д.О.; Чухрай Н.І.; Шапран Є.М.; Шапран О.Є.; Шестопалов О.Г.; Щербина К.О.; Якубовська С.В.; Ястремська О.М.*

В монографії представлено наукові розробки провідних вчених щодо розвитку підприємств, управління його діяльністю, результатів впровадження інформаційних технологій та технологій управління проектами та програмами.

Видання рекомендовано для фахівців у галузях управління економікою, інформаційних технологій, управління проектами і програмами – для студентів та аспірантів, а також науковців і викладачів ВНЗ.

Статті відтворені з авторських оригіналів, в авторській редакції.

УДК 658.012.32  
ББК: У 290-21

ISBN 978-617-7577-09-5

© Харківський національний  
університет радіоелектроніки, 2017

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ЕКОНОМІЦІ ТА РОЗВИТОК ПІДПРИЄМСТВА .....	7
1.1 Петренко В.О., Фонарєва Т.А., Бушуєв К.М. Передумови виникнення, сутність та місце креативної інформації в системі менеджмента промислових підприємств.....	7
1.2 Костін Д.Ю. Методологічні особливості у системі мотивації персоналу .....	15
1.3 Телегін В.С., Костін Ю.Д. Удосконалення корпоративного управління в енергетичній галузі .....	23
1.4 Ястремська О.М. Формування кадрової стратегії управління персоналом підприємства.....	35
1.5 Діденко Є.В. Концепція моделювання стандартів актуарної діяльності в Україні .....	49
1.6 Чухрай Н., Новаківський І. Проектний менеджмент як базовий інструментарій інноваційного розвитку .....	60
1.7 Бабець І.Г. Моделювання фінансової безпеки підприємства: методичні підходи та проблеми їх застосування.....	71
1.8 Ковалевська А.В., Петрова Р.В., Морозова А.І. Визначення рівня економічної безпеки підприємства: методичні основи.....	83
1.9 Родченко С.С. Оцінка ринкової вартості банку в контексті забезпечення його економічної безпеки .....	94
1.10 Шестопалов О.Г. Методика визначення індикаторів специфічних явищ на підприємстві в умовах невизначеності .....	108
1.11 Гибкіна Н.В., Сидоров М.В., Стороженко О.В. Класифікація країн Європейського Союзу за основними соціально-економічними показниками методом головних компонент .....	116
1.12 Пенцак Є.Я. Оцінювання взаємної динаміки доходності криптовалют .....	134
1.13 Гуца О.М., Овсяченко Ю.В., Якубовська С.В. Системи підтримки прийняття рішень на основі якісних методів у сфері надання послуг з автоперевезень .....	146
1.14 Менейлюк О.І., Нікіфоров О.Л. Математичне моделювання процесів управління підприємством зі зведення військових і спеціалізованих споруд з урахуванням організаційно-технологічних особливостей.....	154
1.15 Менейлюк О.І., Лобакова Л.В. Методика і алгоритм вибору ефективного фінансового рішення при перепрофілюванні промислових будинків.....	168
1.16 Менейлюк О.І., Гусак Д.В., Менейлюк І.О. Математичне моделювання	

управління будівельним проектом при діючих обмеженнях .....	177
1.17 Кирій В.В., Чеченець Д.О. Алгоритм побудови бази правил нечіткого висновку для багатокритеріальних лінгвістичних висловлювань .....	188
1.18 Соколова Л.В., Верясова Г.М. Формування перспективного товарного асортименту підприємства за допомогою багатофакторного кореляційно-регресійного аналізу .....	194
1.19 Ковалевська А.В., Зеленський С.В. Рівень та якість життя як цільовий орієнтир моделі стійкого розвитку міст .....	202
1.20 Рамазанов С.К., Шапран Є.М., Шапран О.Є. Проблеми розвитку, нелінійності, циклічності криз, прогнозів та інновацій .....	214
1.21 Литвинов А.Л. Ймовірнісні моделі ціноутворення на фінансових ринках .....	228
<b>РОЗДІЛ 2 УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ.....</b>	<b>237</b>
2.1 Даншина С.Ю. Узагальнений метод створення корпоративного стандарту управління проектами розвитку компанії.....	237
2.2 Костенко О.Б., Зарицький О.В. Декомпозиція з ранжуванням інформаційних систем при інфологічному моделюванні .....	224
2.3 Костенко О.Б., Булаєнко М.В., Зарицький О.В. Аналіз математичних методів декомпозиції в системах відтворення втрачених даних.....	238
2.4 Тимофєєв В.О., Данильченко В, Кирій В.В. Сучасний стан та тенденції розвитку систем управління якістю передачі даних в інформаційних системах.....	245
2.5 Щербина К.О. Порівняльний аналіз інформаційних технологій щодо створення інтерактивних регламентів .....	253
2.6 Косенко В.В., Персіянова О.Ю. Адаптивне управління ризиками інфокомунікаційної мережі для інформаційної безпеки систем критичної інфраструктури ...	261
2.7 Артюх Р.В., Малєєва О.В. Структурні та параметричні моделі вибору та оцінки варіантів технологічного розвитку соціо-технічної системи .....	279

## **1.17 АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ БАЗИ ПРАВИЛ НЕЧІТКОГО ВИВОДУ ДЛЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИХ ЛІНГВІСТИЧНИХ ВИСЛОВЛЮВАНЬ**

Кирий В.В., Чеченець Д.О.

In the paper, the use of decision-making methods to form the basis of fuzzy rule rules has emerged in the task of managing receivables. The application of the REQUEST method has been substantiated to simplify the procedure for constructing a rule base.

В даний час більшість газотранспортних та газопостачальних підприємств практично не використовують сучасні науково обґрунтовані методи оптимізації своєї діяльності. Перспективні напрямки діяльності та розвитку оцінюються переважно на основі методів аналогії, досвіду та інтуїції головного менеджменту і керівників економічних служб. Головними причинами сформованої ситуації послужила відсутність конкурентного середовища на ринку у наслідок монополізації та як наслідок відсутність мотивації для удосконалення діяльності підприємств.

На сучасному етапі розвитку існують значні труднощі проведення фундаментальних досліджень, які мають ключове значення для розробки адекватних та перспективних планів подальшої діяльності організації. Більшість з цих проблем полягають у недостатності і низькій якості статистичної інформації, відсутність у регіоні досліджень ринку збуту газу, несвоєчасність термінів отримання інформації для прогнозу на один рік.

Таке положення справ викликає феномен невизначеності. Якщо ж ми маємо справу з «поганою» невизначеністю, коли у нас немає достатньої кількості спостережень, щоб цілком достовірно підтвердити той чи інший закон розподілу, або ми спостерігаємо об'єкти, які, строго кажучи, не можна назвати однорідними, тоді класичної статистичної вибірки немає.

Звичайна практика в таких випадках – застосування методу експертних оцінок. Однак експертні оцінки не завжди дозволяють отримати кількісний результат. Також добре відома практика обробки експертних оцінок на базі теорії нечіткої логіки, за допомогою яких ми можемо отримати якісні результати, як наприклад управлінські рішення, з повним урахуванням невизначеності експертів та в умовах невизначеності.

При порівнянні чітких та нечітких методів управління можна виділити різні переваги, як перших так і других. Однак найважливішою перевагою нечітких алгоритмів є те, що вони для того ж самого результату, як і чіткі алгоритми потребують

меншої кількості та меншої достовірності вхідної інформації, а також менше часу на реалізацію алгоритму. Це відбувається тому, що будь-які шумові елементи навколишнього середовища з часом починають не лише компенсувати але й зводити нанівець переваги чітких алгоритмів. Враховувати завжди кожен шумовий показник не лише викликає додаткове навантаження, але й частіш за все просто неможливо.

Хоча чіткі алгоритми і мають під собою ґрунтовну доказову базу, ніхто не заважає використовувати такі ж методи в нечітких алгоритмах. Наприклад можливо використовувати одну й ту саму статистичну вибірку в обох випадках, однак для нечітких систем потрібно провести процес фазифікації цієї інформації. Методика ж фазифікації інформації повинна спиратися і залежати від того, якою системою планується управляти в подальшому. Для складних економічних систем наприклад існують свої аспекти формування інформаційної бази ніж для технічних.

Результатом процесу нечіткого управління має стати управляючий вплив, який виробляється у процесі інтерпретації нечіткого висновку. Дуже важливу роль у формуванні нечіткого логічного висновку відіграє формування бази правил, яка є відображенням зв'язку між наявною інформацією та методами її інтерпретації для отримання конкретного результату. База правил для даного випадку формується у вигляді висловлювань «Якщо-тоді».

Специфіка формування бази правил в описаному вище вигляді в економічних системах полягає у тому, що не існує формальних методів для виявлення об'єктивних залежностей між статистично описаним об'єктом та його приналежністю до якоїсь абстрактної категорії. У такому випадку доцільно залучати експертів, які мають певний досвід у певній сфері діяльності з метою формування бази правил на основі суб'єктивних переваг і вподобань. При вирішенні задачі обробки експертних оцінок доцільно використовувати лінгвістичні змінні, оскільки вони досить звичні і зрозумілі для експертів та дозволяють налагодити змістовний діалог між ними та обчислювальною технікою.

Задача формування бази правил нечіткого висновку виникла у ході вирішення більш глобальної задачі управління дебіторською заборгованістю за допомогою нечіткої логіки на підприємстві ПАТ «Харківгаз». Для формування бази правил було проаналізовано всіх споживачів за 6 критеріями. У ролі експертів виступили працівники фінансових відділів ПАТ «Харківгаз» всіх відокремлених підрозділів. Таким чином ми отримали кількісне відображення стану заборгованості, але ці

показники напряму ніяк не можуть бути використані для цілей управління.

По-перше, ці показники ніяк не об'єктивного зв'язку один з одним.

По-друге, самі по собі вони не інформативні, лише деяка сукупність фактів про суб'єкт дослідження може сприйматися, як його опис або образ.

По-третє, велика кількість показників не полегшує дослідження суб'єкта, а лише збільшує складність дослідження, оскільки співвідносити кожний показник з рештою інших може не лише бути зайвим, як носій однієї і тієї ж інформації, але й бути банально складним для сприйняття.

Так як для кожного вхідного параметру існує 5 критеріїв порівняння, враховуючи що можливі будь які комбінації цих критеріїв, можна стверджувати, що якщо правила повинні враховувати одразу 3 вхідних параметри, кількість правил для одного вихідного параметру досягатиме 125. Вся база правил складатиме 250 правил, що значно ускладнює експертам роботу по впорядкуванню цієї бази. При цьому потрібно постійно спостерігати, щоб при формуванні лінгвістичних висловлювань у базі не виникало протиріч між вже отриманими висловлюваннями та новими, які поступають від експертів.

Для спрощення процедури побудування бази правил та позбавлення її від протиріч було застосовано Метод ЗАПРОС (ЗАмкнуті Процедури у Опорних Ситуацій). Суть цього методу розглянемо таким чином. При будь-якій сукупності критеріїв ми можемо припустити, що існує ідеальна альтернатива, яка має кращі оцінки за всіма критеріями. Будемо розглядати ідеальну альтернативу як опорну ситуацію, орієнтуючись на яку, можна порівняти між собою зниження якості уздовж шкал двох критеріїв. Покажемо, яка інформація в даному випадку потрібна від експерта.

Нехай оцінки по (N-2) критеріям мають кращі (перші) значення, а за двома критеріями  $i$  та  $j$  можуть змінюватися. Перехід від кращих оцінок до гірших пов'язаний зі зниженням якості. Нехай первісна альтернатива має всі кращі оцінки. Поставимо перед експертом наступне питання.

Чому ви віддасте перевагу:

- альтернативі 1 з оцінками  $x_1^i$   $x_2^j$  ?
- альтернативу 2 з оцінками  $x_2^i$   $x_1^j$  ?

Виберіть одну з відповідей:

- альтернатива 1 краще альтернативи 2;
- альтернативи 1 і 2 рівноцінні;

- альтернатива 2 краще альтернативи 1.

Наступне питання ставиться в залежності від відповіді експерта. Нехай експерт вибере альтернативу  $x_1^i$   $x_2^j$ . Тоді наступне питання відноситься до порівняно альтернатив  $x_2^i$   $x_1^j$  (найгірша в першій парі) та  $x_1^i$   $x_3^j$  (яка виходить з найкращою в першій парі шляхом зниження другий оцінки на одну градацію). Загальне правило таке: найгірша альтернатива в першій парі порівнюється з альтернативою, отриманої з кращої шляхом зниження на одну градацію гіршої оцінки.

Неважко переконатися, що проведені порівняння дозволяють упорядкувати оцінки двох шкал і побудувати об'єднану шкалу – єдину порядковою шкалою (ЄПШ) двох критеріїв. У методі ЗАПРОС опитування експерта у двох опорних ситуацій здійснюється для всіх  $0,5 N (N-1)$  пар критеріїв. Несуперечливі ЄПШ для пар критеріїв можна об'єднати. Алгоритм побудови загальної ЄПШ для оцінок всіх критеріїв на основі парних ЄПШ у першій опорної ситуації полягає в наступному. Парні ЄПШ мають єдину початкову точку – поєднання кращих оцінок за всіма критеріями. Сукупність парних ЄПШ з єдиною початковою точкою може бути представлена у вигляді графа.

Для побудови загальної ЄПШ може використовуватися стандартна процедура, так зване «розбирання» графа. Помістимо на загальній ЄПШ поєднання всіх кращих оцінок як початкову точку і видалимо її з графа. Далі визначається недомінуюча оцінка на парних ЄПШ. Вона поміщається на загальну ЄПШ, видаляється з графа, і так триває до перенесення всіх оцінок на загальну ЄПШ. Так як при побудові парних ЄПШ всі критеріальні оцінки порівнюються, то на загальній ЄПШ всі оцінки впорядковані.

Переваги методу ЗАПРОС полягають в наступному:

- всі питання прості і зрозумілі для експерта, вони сформульовані на мові оцінок критеріїв;
- відповідаючи на питання, експерт повинен бути логічним і послідовним, тоді завдяки цьому алгоритму зберігається несуперечливість вихідної інформації;
- будь-які порівняння якості альтернатив можуть бути пояснені цією ж мовою.

Після виконання алгоритму побудови ЄПШ всі можливі альтернативи будуть впорядковані у єдиному полі, що дозволить нам їх порівнювати між собою та ранжувати. Відтак ми можемо впорядкувати всі альтернативи за ступенем суб'єктивних вподобань експерта та розділити на групи, які відповідають можливим варіантам висловлювання. Однак суб'єктивність експерта несе в собі певну невизначеність, бо

його вподобання можуть бути як вірними, так і зовсім хибними. Так як вирішення задачі управління дебіторською заборгованістю було використано графічний редактор Fuzzy Logic Toolbox з пакету надбудов пакету Matlab 2015, ми маємо змогу врахувати невизначеність експертів.

При формуванні бази правил кожному правилу може задаватися певний ступінь достовірності. Відтак можна побудувати не лише одну ЄПШ опитавши одного експерта, а залучити до опитування деяку групу експертів. У результаті ми отримаємо декілька ЄПШ, та якщо застосуємо єдиний для всіх принцип розбивання альтернатив на категорії ми можемо присвоїти ступінь довіри до висловлювання, який відповідатиме відсотку відповідності висловлювання певному висновку серед усіх отриманих ЄПШ.

За результатом експертної оцінки була сформована база правил для даного алгоритму, яка впорядковує та позбавляє протиріч віднесення контрагента, який характеризується заданими параметрами вхідних критеріїв, до певної групи вихідного критерію. Приклад складених таким чином правил зображено на рисунку 1.

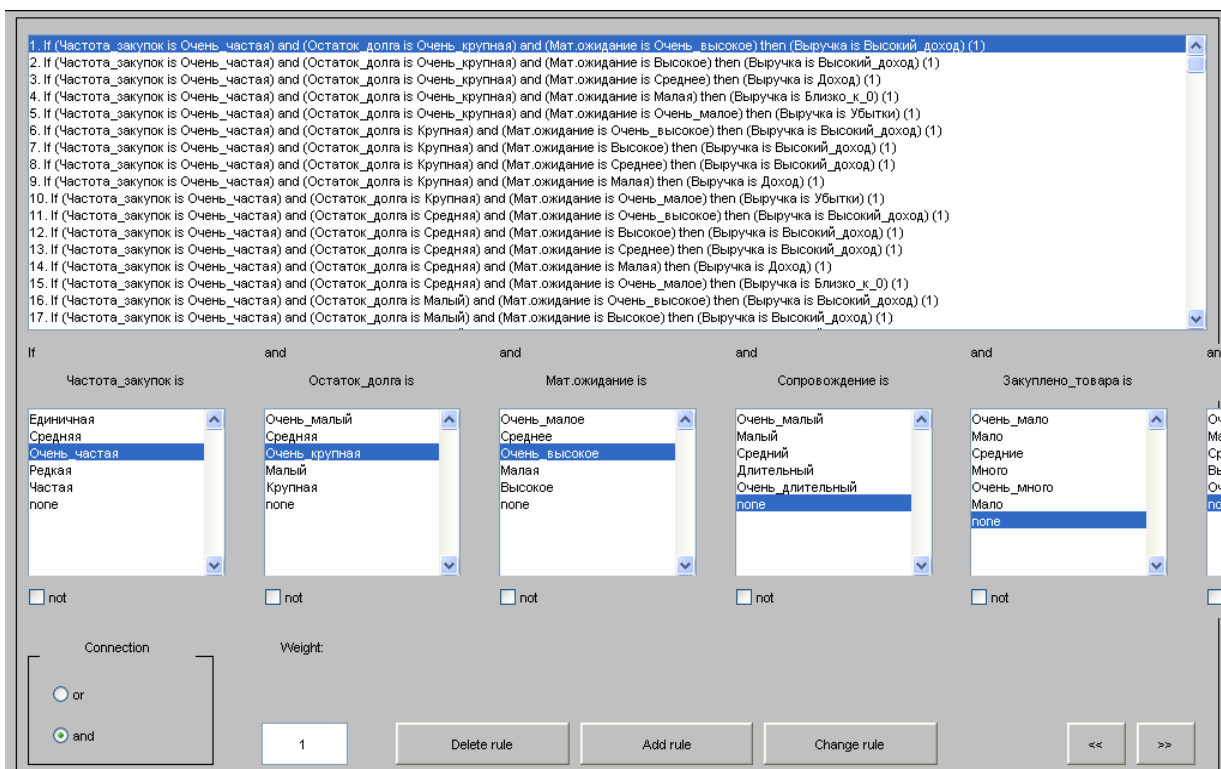


Рисунок 1 – Приклад складання бази правил для формування нечіткого логічного виводу

**Висновки.** Все що можна зробити за допомогою нечітких систем управління принципово можна представити у вигляді чіткої системи управління. Однак таке

рішення буде більш витратним та складнішим. Обидві системи не дають однозначної відповіді на питання: «Як однозначно правильно діяти у даному випадку?». Однак нечіткі системи мають перевагу у вигляді більш гнучкого підходу, оскільки зі зменшенням відстані між поточними та запланованими показниками управляючий вплив теж зменшується, що призводить до більш адаптивного процесу управління.

В даній роботі було запропоновано алгоритм оптимізації формування бази правил для вирішення більш глобальної задачі нечіткого управління. Особливістю даного алгоритму є те, що для його реалізації використовуються суб'єктивні вербальні експертні оцінки. Недоліком такого підходу є високий рівень невизначеності отриманої інформації. Також запропоновано, як врахувати саме цю невизначеність у процес вирішення більш глобальної задачі. Серед переваг цього підходу слід відзначити легкість та універсальність його застосування, оперативність виконання та зручність для розуміння інформації, що використовується у ході виконання.

Основним правилом висновку в традиційній логіці є правило *modus ponens*, відповідно до якого ми визначаємо ступінь достовірності висловлювання за ступенем достовірності його передумов. Нечітка логіка не лише використовує цей принцип у ході реалізації нечіткого висновку, але й розширює область його застосування та пристосовує для вирішення більш складних та комплексних питань.

### Література

- 1) Ларичев, О.И. Теория подсознательных решающих правил и ее применение в диагностических задачах // О.И. Ларичев, Психологический журнал. – 2003. – Т. 24, № 1. – С. 56–64.
- 2) Ларичев, О.И. Свойства методов принятия решений в многокритериальных задачах индивидуального выбора // О.И. Ларичев, Автоматика и телемеханика. – 2002. – Т. 63, № 2. – С. 304–315.
- 3) Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.
- 4) Штовба, С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С.Д. Штовба. – М: Горячая линия–Телеком, 2007. – 288 с.

## НАУКОВЕ ВИДАННЯ

### МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНИМИ ТА ТЕХНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ

Артюх Роман Володимирович  
Бабець Ірина Георгіївна  
Булаєнко Марина Володимирівна  
Бушуєв Кирило Максимович  
Верясова Ганна Миколаївна  
Гибкіна Надія Валентинівна  
Гусак Денис Віталійович  
Гуца Олег Миколайович  
Данильченко Віталій Володимирович  
Даншина Світлана Юріївна  
Діденко Євген Віталійович  
Зарицький Олександр Васильович  
Зеленський Сергій Володимирович  
Кирій Валентина Василівна  
Ковалевська Алла Володимирівна  
Косенко Віктор Васильович  
Костенко Олександр Борисович  
Костін Дмитро Юрійович  
Костін Юрій Дмитрович  
Литвинов Анатолій Леонідович  
Лобакова Лілія  
Малєєва Ольга Володимирівна.  
Менейлюк Олександр Іванович  
Менейлюк І.О.  
Морозова Анна Іванівна  
Нікіфоров Олексій Леонідович  
Новаківський Ігор Іванович  
Овсюченко Юрій Вікторович  
Пенцак Євген Ярославович  
Персіянова Олена Юріївна  
Петренко Віталій Олександрович

Петрова Роксана Вадимівна  
Рамазанов Султан Курбанович  
Родченко Світлана Сергіївна  
Сидоров Максим Вікторович  
Соколова Людмила Василівна  
Стороженко Олександра Володимирівна  
Тімофєєв Володимир Олександрович  
Телегін Віталій Сергійович  
Фонарьова Тетяна Анатоліївна  
Чеченець Дмитро Олександрович  
Чухрай Наталія Іванівна  
Шапран Євген Миколайович  
Шапран Олена Євгенівна  
Шестопалов Олександр Геннадійович  
Щербина Катерина Олександрівна  
Якубовська Софія Володимирівна  
Ястремська Олена Миколаївна

Наукове видання

**МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА  
НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНИМИ  
ТА ТЕХНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ**

Монографія

За загальною редакцією  
доктора технічних наук, професора В.О. Тімофєєва  
доктора технічних наук, професора І.В. Чумаченко

Підп. до друку 03.09.17. Формат 60x84 1/16. Спосіб друку – ризографія.  
Умов. друк. арк. 18,4. Тираж 300 прим.  
Ціна договірна.

Видавець: ФОП Мезіна В.В.  
Свідоцтво серії ДК №5365 від 21.06.2017 р.  
м. Харків. вул. Жон Мироносиць 10, оф. 6  
book@vdele.in.ua

Віддруковано в типографії ФОП Андрєєв К.В.  
61166, Харків, вул. Серпова, 4  
Свідоцтво про державну реєстрацію  
№24800170000045020 від 30.05.2003 р.  
ep.zakaz@gmail.com  
тел. 063-993-62-73