

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Вадима Гетьмана»

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Тараса Шевченка

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Івана Франка

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Саймона Кузнеця

НАУКОВИЙ ПАРК
Київського національного економічного університету

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

***Збірник матеріалів
Першої національної науково-методичної конференції***

30 вересня — 1 жовтня 2016 р.

УДК 519.86/87
ББК 65в631я54
3–23

Рецензенти

Клебанова Т. С., д.е.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики Харківського національного економічного університету імені Саймона Кузнеця.

Ковальчук К. Ф., д.е.н., професор, декан економічного факультету Національної металургійної академії (м. Дніпропетровськ).

Срипниченко М. І., чл.-кор. НАН України, д.е.н., професор, керівник відділу моделювання та прогнозування економічного розвитку ДУ «Інститут економіки і прогнозування НАН України».

Організаційний комітет конференції

Вітлінський В. В., д.е.н., професор — голова організаційного комітету
Матвійчук А. В., д.е.н., професор — співголова організаційного комітету
Вацаєв С. С., к.е.н., доцент — член організаційного оргкомітету
Піскунова О. В., д.е.н., професор — член організаційного оргкомітету
Козак В. Г., к.е.н., доцент — член організаційного оргкомітету
Кмитюк Т. Л., к.е.н. — секретар організаційного комітету

Економіко-математичне моделювання: зб. мат. Першої
3–23 нац. наук.-метод. конф., 30 вересня–1 жовтня 2016 р.,
м. Київ. — К.: КНЕУ, 2016. — 405, [3] с.
ISBN 978-966-926-109-0

Матеріали Першої національної науково-методичної конференції, яка відбулась на базі кафедри економіко-математичного моделювання за участю Наукового парку КНЕУ, розкривають сутність економіки, практику моделювання, а також ті проблеми, які існують сьогодні у суб'єктів господарювання у сфері різноманітних відносин - з іншими підприємствами, державою, працівниками тощо.

*Рецензенти можуть не поділяти думку автора
Відповідальність за добір і викладення матеріалів у тезах доповідей
несуть автори*

Зміст

Вступне слово	11
<i>Агутін М. М.</i> Актуальні питання вибору системи інформаційно-аналітичної підтримки на підприємствах	12
<i>Акименко А. М.</i> Ймовірна модель оцінки ризиків розробки програмного забезпечення	15
<i>Акулов М. Г.</i> Задача оптимізації набору ресурсів для проведення інвестиційної діяльності у мезоекономічній системі	17
<i>Андрейшина Н. Б., Піддубна О. О.</i> Моніторинг економічних індикаторів сталого розвитку регіону	20
<i>Артеменко В. Б.</i> Комплексна оцінка ефективності соціально-економічного розвитку України	22
<i>Бабенко В. О.</i> Мінімаксне адаптивне управління інноваційними процесами на підприємстві за наявності ризиків	25
<i>Бакурова А. В., Козлова С. С.</i> Інформаційна система для прогнозування туристичних потоків на основі аналітичної платформи DEDUCTOR	28
<i>Бандоріна Л. М., Савчук Р. В., Яхтіна А. О.</i> Інформаційно-аналітична система розпізнавання фінансового стану підприємства	31
<i>Бегун А. В., Игнатова Ю. В.</i> Модель управління обслуговуванням клієнтів облачних технологій	34
<i>Біленко В. О.</i> Особливості впливу психологічних чинників на прийняття рішень на фінансових ринках	36
<i>Біткова Т. В., Манахов К. А.</i> Системно-динамічний підхід до аналізу ефективності використання енергоносіїв, які відновлюються	38
<i>Бень В. П.</i> Методи формування комітетів нейромереж для розв'язання задач класифікації	40
<i>Боднар Р. Д.</i> Прогнозування показників зовнішньої торгівлі України за допомогою рекурсивних алгоритмів	43
<i>Vodnar T., Vodnar T., Schmid W.</i> Estimation of the global minimum variance portfolio in high dimensions	44
<i>Боженко А. С., Роєнко В. В.</i> Моделювання взаємозв'язку між майновою нерівністю населення та фінансово-економічним розвитком країни	46
<i>Бойко А. О., Маркін О. О.</i> Моделювання рівня корупційної складової соціально-економічного розвитку України	48

<i>Букін Е. К.</i> Моделювання аграрною політики із використанням моделей часткової рівноваги	51
<i>Вітлінський В. В., Катуніна О. С.</i> Тенденції розвитку економіко-математичного моделювання	54
<i>Волошин В. С.</i> Використання мережевих інформаційно-аналітичних систем в управлінні навчальним процесом вищого навчального закладу	57
<i>Волощук С. Д.</i> Математичне моделювання ціни опціону з дискретними спостереженнями	59
<i>Габрієлян Д. Г.</i> Мінімізація ризиків банківської діяльності	63
<i>Гаврилюк Г. В.</i> Нечіткі відношення переваги в оцінюванні кредитоспроможності позичальника	65
<i>Галіцин В. К.</i> Оптимальне планування діяльності організаційної системи	67
<i>Гальчинський Л. Ю., Свиденко А. В.</i> Оцінка цінової ефективності ринку нафтопродуктів України	70
<i>Гвоздицький В. С.</i> Модель оцінки впливу фінансової кризи на дочірніх підприємствах на фінансовий стан корпорації	72
<i>Геселева Н. В., Заріцька Н. М.</i> сучасний стан взуттєвої промисловості України	75
<i>Гладун Л. В., Гаврилюк Н. М.</i> Про чисельний аналіз факторів	78
<i>Глуцєвський В. В.</i> стратифікація як спосіб вирішення задачі узгодження в моделях прикладних систем економіко-математичної підтримки прийняття рішень	80
<i>Глуцєвський В. В., Метрик Р. Ю.</i> Методика оцінювання ефективності проектів модернізації сgm-систем агентів ринку нерухомості	83
<i>Гнот Т. В.</i> Використання рекомендаційних алгоритмів у маркетинговій стратегії	86
<i>Горбатюк К. В.</i> Сучасні підходи до моделювання часових рядів соціально-економічних показників	89
<i>Горкун О. О.</i> Використання теорії перспектив для оптимізації структури посівних площ	91
<i>Гострик О. М., Тишков Б. О.</i> Оцінювання синергетичного ефекту у процесах злиття і поглинання компаній	94
<i>Грабарєв А. В.</i> Оцінювання іміджу туристично-рекреаційного комплексу регіону на основі теорії нечітких множин	96
<i>Григорків В. С., Григорків М. В.</i> Про вибір та узгодження часового виміру в динамічних моделях економіки	99
<i>Григорук П. М.</i> Процедура нормалізації вихідних даних при побудові комплексного показника	101
<i>Грицюк П. М., Бачишина Л. Д.</i> Оцінка економічної ефективності зерновиробництва України	104

<i>Гурьянова Л. С., Трунова Т. Н.</i> Моделирование финансовой деятельности предприятия в условиях нестабильной внешней среды . . .	106
<i>Дадашова П. А.</i> Концепція динамічної макромоделі економіки України методом системи симультативних рівнянь з механізмом коригування помилки	108
<i>Данилець Е. В., Райко Г. А., Коваленко Е. Ю.</i> Применение статистических методов в управлении региональными проектами	111
<i>Данильчук Г. Б., Соловійова В. В.</i> Особливості використання ентропії перестановок для дослідження кризових явищ на фондових ринках	114
<i>Дербенцев В. Д., Даценко Н. В.</i> StartUp: «білий чи чорний лебідь» . . .	117
<i>Дердяк О. О.</i> Перспективи використання інформаційних технологій у діяльності некомерційних організацій	119
<i>Долінський Л. Б., Корчинський В. В.</i> Відбір кількісних показників для проведення кластеризації вітчизняних банків в аспекті фінансової стійкості	122
<i>Домінова І. В.</i> Ризики електронного банкінгу: сутність та форми прояву	124
<i>Доценко Т. В.</i> Моделювання на основі теоретико-ігрового підходу як механізм удосконалення політики управління персоналу організації	127
<i>Жук В. М.</i> Підходи до оцінки ефективності монетарних рішень	129
<i>Заболоцький Т. М.</i> Моделювання коефіцієнта, що описує ставлення інвестора до ризику	132
<i>Загвойська Л. Д., Пелюх О. Р.</i> Моделювання процесу переформування похідних ялиників з використанням симулятора росту SIBYLA	135
<i>Заруба В. Я.</i> Моделі ймовірного представлення нечіткої величини попиту	138
<i>Захарченко П. В., Жваненко С. А.</i> Моделювання економічних трансформацій курортно-рекреаційних систем	140
<i>Заховалко Т. В.</i> Оцінювання ефективності розвитку еколого-економічного потенціалу аграрного сектору економіки	142
<i>Зюков С. В.</i> Інформаційна система «Акцент» як аналітичний інструмент підприємницької діяльності	145
<i>Іванов Н. Н.</i> Информационно-аналитические системы в управлении экономическими объектами	147
<i>Іщенко С. В.</i> Моделювання фінансово-економічних процесів функціонування ринку земель сільськогосподарського призначення . . .	149
<i>Кабаненко Ю. В.</i> Білінійна модель взаємодії інформаційних потоків	151
<i>Камінський О. Є.</i> Моделювання оцінки ризиків при використанні «хмарних» сервісів	155

<i>Карамушка М. В., Соколова О. В.</i> Використання інформаційного простору у завданнях обґрунтування рішень в активних економічних системах	158
<i>Кардаш О. Л.</i> Використання факторного аналізу при моделюванні економічної доступності продовольства	161
<i>Катуніна О. С.</i> Моделювання змін стану динамічних економічних систем	162
<i>Кишакевич Б. Ю., Лучаківський А. О.</i> Оцінювання фінансової стійкості банку в контексті концепції економічного капіталу	165
<i>Кікоть О. Ю.</i> Структурне моделювання мікроекономічних систем	168
<i>Климкович І. В.</i> Інтегральна оцінка фінансової стійкості банківської системи України	171
<i>Клопов І. О., Козазов П. В.</i> Практичні аспекти управління ризиками енергетичної системи.	173
<i>Кмитюк Т. Л.</i> Концептуальні підходи до побудови економікоматематичних моделей оцінювання інноваційної діяльності та мотивації науково-педагогічного персоналу ВНЗ	176
<i>Козирєв В. А.</i> Оцінка взаємозв'язку фінансових конгломератів та розвитку фінансового ринку за допомогою структурного аналізу та індикатору фінансової нестабільності	179
<i>Коляда Ю. В., Бондар В. А.</i> Фрактальна модифікація рівняння Харрода-Домара та динаміка економічного ризику	182
<i>Коляда Ю. В., Кравченко Т. В., Трохановський В. І.</i> Еволюція нелінійної економіки: сценарії розвитку, траєкторії ризику на підґрунті динамічних моделей	185
<i>Коляда Ю. В., Шатарська І. Ф.</i> Оцінювання амплітуди динамічної траєкторії ризикостійкості маркетингової стратегії	188
<i>Кононова Е. Ю.</i> Прогнозирование валютных курсов на основе анализа интернет-контента.	192
<i>Kuzmenko O. V.</i> Modeling the stability of reinsurance market on the base of procrastination algorithm.	195
<i>Kuzmenko O., Koibichuk V.</i> Modeling the impact of gender indicators on the banking system's efficiency	198
<i>Куруджи Ю. В.</i> Оцінка ринкового ризику при плануванні роботи ланцюгів поставок	201
<i>Литвин А. В.</i> Порівняння результативності застосування методів виявлення ознак фінансової кризи на прикладі страхових компаній	203
<i>Лось В. О., Макаренко О. І.</i> Оцінювання інтелектуального капіталу методом аналізу ієрархії	206
<i>Lukianenko I. G.</i> Specifics in modeling integrated fiscal and monetary policy.	208

<i>Лук'янова В. В.</i> Діагностика діяльності підприємства з урахуванням ризику	211
<i>Ляшенко В. І., Харазішвілі Ю. М.</i> Сталий розвиток регіонів: аспект економічної безпеки	214
<i>Максимов М. С.</i> Снижение когнитивной нагрузки при разработке бизнес-плана как части инвестиционного проекта в малом бизнесе	217
<i>Макшишко Н. К., Іванов С. М.</i> Використання кластерного аналізу для формування стратегій розвитку інтернет-проектів	220
<i>Матвійчук А. В.</i> Особливості моделювання кредитних ризиків фізичних осіб	222
<i>Маханець Л. Л.</i> Визначення міри маневреності обсягу зовнішнього боргу України.	225
<i>Маценко А. М., Дехтяренко А. В., Сидоренко А. Ю.</i> Численно-функциональное моделирование реальных экономических систем.	228
<i>Міленіна Л. Г.</i> Оцінювання впливу ефекту синергії від рекламної активності конкурентів на маркетингові показники бранда.	230
<i>Меркулова Т. В., Зубова В. В.</i> Использование алгоритма Гейла-Шепли для распределения потребителей на рынке банковских услуг	233
<i>Милов А. В., Милевский С. В.</i> Моделирование принятия решений в развивающихся производственно-экономических системах	235
<i>Назарага І. М.</i> Метод Ньютона для знаходження коефіцієнта еластичності при витратах праці у виробничій функції типу Кобба-Дугласа	237
<i>Негрей М. В.</i> Зміна клімату: аналіз ризиків аграрного сектору України	239
<i>Ніколаєв І. В., Чаговець В. В., Чаговець Л. О.</i> Моделювання виробничих процесів у системі складових економічної безпеки підприємства	242
<i>Новік А. Ю.</i> Використання імітаційного моделювання для дослідження процесів внутрішньої міграції	245
<i>Новоселецький О. М., Шепель А. В.</i> Проблеми застосування результатів оцінки економіко-математичних моделей	247
<i>Овчаренко О. В.</i> Построение модели оценки конкурентоспособности предприятия на основе методов нечеткой логики	249
<i>Овчиннікова О. Р.</i> Моделювання міри міграційної готовності населення	252
<i>Огліх В. В., Ніколаєв Т. Г.</i> Моделювання впливу поведінки колективу на прийняття рішень економічними суб'єктами	254
<i>Олейник В. М.</i> Влияние показателей страхования на оптимальное управление составляющими ВВП	257
<i>Оліскевич М. О., Козицький В. А.</i> Економетричний аналіз попиту та пропозиції праці в Україні	259

<i>Осипова О. І.</i> Застосування методики var в оцінюванні рівня продовольчої безпеки	262
<i>Паламарчук О. В.</i> Підготовка даних для моделювання дефолту за кредитними зобов'язаннями юридичних осіб	264
<i>Панченко К. С.</i> Аналіз стратегій управління валютним ризиком комерційного банку	267
<i>Пенцак Є. Я.</i> Модель несприятливого вибору на прикладі управління зусиллями працівників	269
<i>Піскунова О. В., Білик Т. О.</i> Застосування системних характеристик в аналізі ефективності економічного симбіозу підприємств	272
<i>Потапенко С. Д.</i> Застосування економетричного підходу до ранжування значущості факторів TOWS-аналізу	275
<i>Примостка А. О.</i> Структуризація процесу розробки агентно-орієнтованих моделей.	278
<i>Prokopovych S., Chernova N.</i> Applied aspects of regional unevenness analysis	281
<i>Прокопчук Ю. А.</i> Когнитивная экономика, «эффект колеи» и проблемы нечеткого моделирования	284
<i>Проскурлович О. В., Басс А. Ю.</i> Моделювання ефективності формування інвестицій підприємствами машинобудування	286
<i>Пурський О. І., Мороз І. О., Кузнецов О. Ф.</i> Інформаційно-аналітична система оцінювання рівня соціально-економічного розвитку регіонів України	289
<i>Рамазанов С. К.</i> Нелінійна стохастична модель соціально-еколого-економічної динаміки техногенного об'єкту	292
<i>Рамазанов С. К., Данильченко Т. В.</i> Моделі прийняття рішень в ситуації ризиків, небезпеки та в умовах змішаного інформаційного середовища.	294
<i>Редич О. В.</i> «Сіigma-управління» на основі ключових показників ефективності.	297
<i>Романенко В. В.</i> Державний податковий ризик-менеджмент: визначення та етапи	300
<i>Савіна С. С.</i> Особливості визначення оптимальних параметрів навчання нейромережі	303
<i>Савко О. Я.</i> Імітаційне моделювання фінансового стану підприємства	305
<i>Самченко Н. К.</i> Моніторинг у системі управління процесом функціонування ІТ-фірми	307
<i>Семенча І. Є., Тростяньська К. М.</i> Моделювання оцінювання та управління репутаційним ризиком підприємств-посередників	309
<i>Syniavska O.</i> Using google trends for nowcasting unemployment rate in Ukraine	312

<i>Скіцько В. І.</i> Ризики інформаційно-мережевої економіки	315
<i>Скіцько В. І., Мельник Г. В.</i> Моделювання процесів взаємодії інтернет-магазину із покупцями в електронній логістиці	317
<i>Скрацук Л. В.</i> Інформаційна система «моксдеес» для моделювання процесів оптимального керування динамікою еколого-економічних систем	319
<i>Скрипник А. В., Букін Е. К.</i> Аналіз відносної ефективності сільськогосподарських підприємств методом обвідних (DEA)	322
<i>Скрипник А. В., Голячук О. С.</i> Гідроенергетика України з позицій функції суспільного добробуту	326
<i>Скрипник А. В., Оборська І. С.</i> Модель попиту та пропозиції на освітньому ринку України	329
<i>Соколова Н. А., Савченко-Марущак М. С.</i> Модель СППР прогнозування інвестицій в інвестиційні проекти.	332
<i>Соловійов В. М.</i> Використання мережних мір складності у прогнозуванні кризових явищ	335
<i>Соловійов В. М., Водолєєва І. Є., Лазаренко А. О.</i> Питання стійкості при дослідженні мультіплексних мереж	337
<i>Соловійов В. М., Шокотько Л. М.</i> Маса Гейзенберга як індикатор-передвісник фінансових криз	340
<i>Солодухін С. В., Хорошун В. В.</i> Концепція інформаційного управління для досягнення інформаційної рівноваги	342
<i>Солодухін С. В., Шайтанова Є. С.</i> Агентне моделювання прийняття рішень в управлінні економічними об'єктами	345
<i>Сташко І. В.</i> Розвиток сучасних інформаційно-аналітичних систем в економіці України	348
<i>Степаненко О. П.</i> Ідентифікація загроз і ризиків банківської діяльності в контексті сталого розвитку	350
<i>Стрельченко І. І.</i> Послідовність моделювання трансграничного перенесення кризових явищ на основі інструментарію нейронних мереж	353
<i>Суслов О. П.</i> Механізм стимулювання в оберненій віяловій системі	356
<i>Ткач О. В.</i> Питання доцільності інвестування протиерозійної меліорації ґрунтів	359
<i>Токарчук В. В.</i> Економетричні моделі оцінювання вартості бренду.	360
<i>Торопцов В. С., Івашко Л. М.</i> Аналіз ризиків інформаційно-аналітичних систем при впровадженні електронних бізнес-процесів	363
<i>Тулякова А. Ш.</i> Моделювання мір динамічної складності сучасних фондових ринків	366
<i>Тютюніков І. С., Валегура С. М.</i> Аналіз ефектів нелінійної динаміки у соціально-економічних системах.	368

<i>Удовенко В. О.</i> Економіко-математичне моделювання індексу Coinoindex.	371
<i>Федулова С. О., Білоброва О. В.</i> Дослідження питання щодо інструментів підтримки прийняття управлінських рішень	373
<i>Хохлов В. Ю.</i> Підходи до визначення CONDITIONAL VALUE-AT-RISK.	375
<i>Христіановський В. В.</i> Синергетичний підхід до проблеми злиття підприємств з урахуванням ринкових відносин	378
<i>Чеверда С. С., Лукашенко А. В.</i> Обґрунтування інноваційної пропозиції щодо випуску нової продукції за допомогою побудови нечіткої моделі	381
<i>Шарапов О. Д., Дербенцев В. Д., Куліда В. І.</i> Системний аналіз стану та динаміки СВІТ-системи	383
<i>Шендерівська Л. П.</i> Економетричне моделювання прибутку поліграфічних підприємств	386
<i>Shkurykhin A.</i> Elasticities of substitution and transformation in the computable general equilibrium model of Ukrainian economy with shadow labor sector	388
<i>Щедріна О. І.</i> Веб-статистика інтернет-ресурсів	391
<i>Щербakov Є. Ю.</i> Оцінка емоційної тональності текстів інформаційними системами в прогнозуванні економічних та політичних очікувань населення	393
<i>Юрченко М. Є., Юрченко-Титаренко А. Ю.</i> Статистичні властивості денних коливань курсу основних світових валют	397
<i>Ющенко Н. Л.</i> Моделювання процесів управління ресурсами і витратами при модернізації та заміні технологічного обладнання теплових пунктів і теплових мереж теплоенергетичних підприємств	399
<i>Яременко Н. С.</i> Роль технологій data mining в боротьбі з тероризмом	403

Присвячується 110-річчю ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана та 50-річчю кафедри економіко-математичного моделювання

Шановні колеги!

Розглядаючи ретроспективу розвитку економіко-математичного моделювання, можна констатувати, що протягом останніх 20-ти років ця сфера інтелектуальної діяльності бурхливо розвивається та демонструє конкретні результати. Відбувається багатоаспектна трансформація статусу моделювання, предмету, теорії, практики його застосування в соціально-економічній сфері. Моделювання збагачується новими методологічними й концептуальними підходами, технологіями, характеризується, зокрема, гібридизацією методів та моделей. Економіко-математичне моделювання, як відомо, є системоутвірною складовою економічної кібернетики.

Моделювання це — інтелектуальне ядро нових інформаційно-комунікаційних технологій, які формують інформаційне суспільство та, зокрема, інформаційну економіку.

Ця конференція об'єднала однодумців у царині моделювання економічних систем, процесів, явищ. Тематика тез ваших доповідей свідчить, що в Україні розвиваються не лише існуючі наукові школи, але й формуються нові у цій сфері.

Переконаний, що в новій інформаційній економіці, економіці знань статус та значущість моделювання зростатиме. Будуть з'являтися нові парадигми, нові інструментарні засоби моделювання, затребувані викликами нової економіки.

У тематиці ваших тез міститься багато нового, цікавого, що заслуговує уваги та подальшого розвитку і буде імплентоване в практику, слугуватиме підґрунтям для створення нових наукових шкіл та теорій у царині економіко-математичного моделювання.

З повагою,
голова організаційного комітету конференції,
завідувач кафедри економіко-математичного моделювання
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»,
д.е.н., професор
В. В. Вітлінський



3. Интроспективный анализ. Методы и средства экспертного оценивания: монография / В. В. Крючковский, Э. Г. Петров, Н. А. Соколова, В. Е. Ходаков; под ред. Э. Г. Петрова. — Херсон: Гринь Д. С., 2011. — 168 с.

Соловйов В. М.
д.ф.-м.н., професор
ДВНЗ «Криворізький державний
педагогічний університет»

ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖНИХ МІР СКЛАДНОСТІ У ПРОГНОЗУВАННІ КРИЗОВИХ ЯВИЩ

Наявність непередбачуваних фінансових криз (глобальна фінансова 2008-2010 рр., китайська 2015-2016 рр.) є в першу чергу свідченням кризи методології моделювання, прогнозування та інтерпретації сучасних соціально-економічних реалій. Доктрина єдності наукового методу стверджує, що для вивчення подій у соціально-економічних системах застосовні ті ж методи і критерії, що і при вивченні природних явищ. Значних успіхів вдалося досягти у рамках міждисциплінарних підходів і теорії самоорганізації — синергетики, яка за класифікацією Г. Малинецького [1] знаходиться на порозі четвертої парадигми. Новий міждисциплінарний напрям дослідження складних систем, який отримав назву теорії складних мереж (complex networks) і поклав початок новій мережній парадигмі синергетики. Він вивчає характеристики мереж, враховуючи не тільки їх топологію, але й статистичні властивості, розподіл ваг окремих вузлів і ребер, ефекти розповсюдження інформації, стійкість (robustness) і т. п. [2]. Мережна парадигма стала домінуючою при дослідженні складних систем оскільки дозволяє ввести не існуючі для часового ряду нові кількісні міри складності [3]. Більш того, мережна парадигма забезпечує адекватну підтримку основних концепцій Індустрії 4.0.

Раніше нами було введено різні кількісні міри складності для окремих часових рядів, зокрема: алгоритмічні, фрактальні, хаосдинамічні, рекурентні, неекстенсивні, нереверсивні та ін. Суттєвою перевагою введених мір є їх динамічність, тобто можливість відстежувати у часі зміну обраної міри та порівнювати з відповідною динамікою вихідного часового ряду. Це дозволило нам співставити критичні зміни динаміки системи, що описується часовим рядом, з характерними змінами конкретних мір складності. Виявилось, що кількісні міри складності реа-

гують на критичні зміни в динаміці складної системи, що дозволяє використовувати їх в процесі діагностики та прогнозування майбутніх змін. Ми ввели мережні міри складності, адаптували їх з метою дослідження системної динаміки, враховували між мережеву взаємодію для мультиплексних мереж, особливості яких зводяться до фіксованої кількості вузлів у кожному шарі, але зв'язані вони між собою різними зв'язками [3].

Домінуючими алгоритмами перетворення часових рядів у (мультиплексну) мережу є рекурентні та графи видимості.

Технологія рекурентних діаграм для візуалізації рекурентностей у фазовому просторі заснована на ідеї Анрі Пуанкаре щодо рекурентності фазового простору динамічних систем. Згідно з теоремою Такенса, еквівалентна фазова траєкторія, що зберігає структуру оригінальної фазової траєкторії, може бути відновлена з одного спостереження або часового ряду методом часових затримок:

$\hat{x}(t) = (u_i, u_{i+\tau}, \dots, u_{i+(m-1)\tau})$, де m — розмірність вкладення,

τ — часова затримка (реальна часова затримка визначається як $\tau \cdot \Delta t$).

Рекурентна ж діаграма відображає наявні повторюваності у формі бінарної матриці R , де $R_{i,j} = 1$, якщо \bar{x}_j є сусіднім до стану \bar{x}_i , і $R_{i,j} = 0$ у протилежному випадку. Сусідніми (або рекурентними) є стани \bar{x}_j , які потрапляють в m -вимірний окіл з радіусом ϵ і центром в \bar{x}_i . Зрозуміло, що параметри m , τ та ϵ є ключовими при проведенні рекурентного аналізу. Рекурентна діаграма легко трансформується у матрицю суміжності, за якою розраховуються спектральні і топологічні характеристики графа.

Алгоритм графа видимості реалізується наступним чином. Візьмемо часовий ряд $Y(t) = [y_1, y_2, \dots, y_n]$ довжини N . Кожну точку даних часового ряду можна розглядати як вершину в асоційованій мережі, а ребро буде з'єднувати дві вершини, якщо дві відповідні точки даних можуть «бачити» один одного з відповідної точки часового ряду. Формально два значення ряду y_a (на момент часу t_a) і y_b (на момент часу t_b) пов'язані, якщо для будь-якого іншого значення (y_c, t_c) , яке розміщене між ними (тобто, $t_a < t_c < t_b$), задовольняється умова

$$y_c < y_a + (y_b - y_a) \frac{t_c - t_a}{t_b - t_a}$$

У мультиплексних мережах є дві задачі: (1) перетворити окремі часові ряди в мережі для кожного шару; (2) зв'язати внутрішньощарові мережі між собою. Перша задача розв'язу-

ється в рамках стандартних алгоритмів, описаних вище. Для міжшарових взаємодій використано модифіковані алгоритми рекурентного аналізу та графа видимості.

У якості баз даних обирались часові ряди щоденних значень індексів фондових ринків за період часу, який містив помітні зміни індексів, які прийнято ідентифікувати як кризові явища. Розрахунки проводились у такий спосіб. Обирався часовий проміжок (вікно), наприклад, два роки (приблизно 500 торговельних днів), для нього будувались відповідні графи та розраховувались їх спектральні, топологічні та мультиплексні властивості. Далі вікно зміщувалось з кроком, наприклад, одна неділя (5 торговельних днів) і процедура повторювалась до вичерпання часових рядів.

Показано, що у деяких випадках мережні та мультимережні міри можуть слугувати індикаторами-передвісниками кризових явищ.

Список використаних джерел

1. *Малинецкий Г. Г.* Теория самоорганизации. На пороге IV парадигмы / Г. Г. Малинецкий // Компьютерные исследования и моделирование. — 2013. — Т. 5, № 3. — С. 315-366.

2. Halvin S., Cohen R. Complex networks. Structure, robustness and function / Halvin S., Cohen R. // Cambridge University Press, 2010. — 238 p.

3. *Соловйов В. М.* Моделювання мультиплексних мереж / В. М. Соловйов, В. В. Соловйова // В колект. монографії: «Прогнозування соціально-економічних процесів: сучасні підходи та перспективи». Бердянськ, 2016. — С. 141-155.

Соловйов В. М.
д. ф.-м. н., професор

Водолєєва І. Є.

Лазаренко А. О.
Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького

ПИТАННЯ СТІЙКОСТІ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ МУЛЬПЛЕКСНИХ МЕРЕЖ

Складність та відкритість сучасних економічних систем пояснюють той факт, що рівновага та стійкість на практиці зустрічаються доволі рідко. Крім того, нелінійність в економічних систе-

Наукове видання

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

***Збірник матеріалів
Першої національної науково-методичної конференції***

30 вересня — 1 жовтня 2016 р.

Відповідальний за випуск *В. Козак*
Ідея обкладинки *В. Козак*
Верстка *О. Ковальчук*

Підп. до друку 15.09.16. Формат 60×84/16. Папір офсет. № 1
Гарнітура Тип Таймс. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 23,53
Обл.-вид. арк. 26,79. Наклад 150 пр.

ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»
03 057, м. Київ, просп. Перемоги, 54/1
Тел. (044) 586-81-42
E-mail: conference@kyivsciencepark.com