

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
І ГЛОБАЛЬНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ
ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ім. В.М. ГЛУШКОВА
ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ

№ 1, жовтень-грудень 2014 р.

Міжнародний науковий журнал

Заснований у липні 2014 р.
Виходить 4 рази на рік

КИЇВ 2014

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор – **С.О. Довгий**, д-р фіз.-мат. наук, чл.-кор. НАНУ

Заступник головного редактора – **О.М. Трофимчук**, д-р техн. наук, чл.-кор. НАНУ

Члени редколегії:

В.П. Вишневський, д-р екон. наук,
акад. НАНУ

В.М. Геєць, д-р екон. наук, акад. НАНУ

Л.Ф. Гуляницький, д-р техн. наук

Ю.І. Калюх, д-р техн. наук

Ю.Г. Кривонос, д-р фіз.-мат. наук,
акад. НАНУ

С.І. Левицький, д-р екон. наук

Р.М. Лепа, д-р екон. наук

В.О. Романов, д-р техн. наук

В.А. Пепеляєв, д-р фіз.-мат. наук

В.О. Петрухін, д-р техн. наук

С.К. Полумієнко, д-р фіз.-мат. наук

О.Г. Рогожин, д-р екон. наук

І.В. Сергієнко, д-р фіз.-мат. наук,
акад. НАНУ

М.І. Скрипниченко, д-р екон. наук

Д.В. Стефанишин, д-р техн. наук

П.І. Стецюк, д-р фіз.-мат. наук

В.О. Устименко, д-р фіз.-мат. наук

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА РАДА

О.М. Ведута, д-р екон. наук, проф., Росія

Р. Еспехо, проф., Великобританія

А. Крайка, проф., Польща

А. Леонард, проф., Канада

П. Миколайчак, проф., Польща

Є.О. Нурмінський, д-р. фіз.-мат. наук,
проф., Росія

В.М. Полтерович, д-р. екон. наук, проф.,
акад. РАН, Росія

В.І. Суслов, д-р. екон. наук, проф.,
чл.-кор. РАН, Росія

Ю.С. Харін, д-р. фіз.-мат. наук, проф.,
чл.-кор. НАНБ, Білорусь

Журнал публікує оригінальні та оглядові статті, матеріали проблемного та дискусійного характеру, науково-практичні матеріали з питань математичного моделювання в різних сферах господарювання, інформаційного забезпечення процесу моделювання і прогнозування, розвитку кібернетичної складової і застосування сучасних програмно-апаратних засобів для математичного моделювання.

ОСНОВНІ ТЕМАТИЧНІ РОЗДІЛИ ЖУРНАЛУ

- Інформаційні технології в економіці
- Математичні та інформаційні моделі в економіці
- Аналіз, оцінка та прогнозування в економіці
- Дискусійні повідомлення

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ

03186, м. Київ, Чоколівський бульв., 13,
Інститут телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАН України
Телефони: (044) 245-87-97
(044) 524-22-62

E-mail: economconsult@gmail.com

Свідоцтво про реєстрацію

КВ № 20259-10659 Р від 14.07.2014

Електронна версія журналу в Інтернеті
www.mmejournal.in.ua українською,
російською та англійською мовами

Перед Вами перший номер журналу, який узагальнює роботу різних наукових колективів та окремих науковців як з України, так із-за кордону, та сприятиме перспективам розвитку наукової думки на майбутнє. Як і будь-який перший номер, він є багатовекторним, різноплановим, проте чітко витримує загальну концепцію журналу – поширення інформації про досягнення вчених у галузі економіки, інформаційного забезпечення процесу моделювання і прогнозування, розвитку кібернетичної складової і застосування сучасних програмно-апаратних засобів для математичного моделювання в екології, підприємстві, правому забезпеченні та інших сферах діяльності людини.

Сподіваємося, що в наступних номерах журналу багато з окреслених тем знайдуть свій розвиток, у тому числі – у вигляді дискусій та поглибленого дослідження окремих концепцій.



З побажанням успіхів –

I.V. Сергієнко,

д-р фіз.-мат. наук, професор,

академік НАН України,

директор Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України



Фундаторами та організаторами збірки наукових праць «Математичне моделювання в економіці» (Інститут економіки та прогнозування НАН України, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України та Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України) прийняте рішення про заснування на її основі нового наукового журналу «Математичне моделювання в економіці», присвяченого використанню економіко-математичного моделювання для подальшого розвитку як вищевказаного напрямку наукових досліджень, так і для розв'язання практичних завдань. Попередні три випуски зазначеної збірки довели, що вітчизняні науковці спроможні в короткі терміни стати у основ започаткування нового журналу. Діапазон матеріалів, які можуть бути опубліковані, досить широкий, що надає інформацію для роздумів, обговорення, обміну досвідом.

Тож, шановні колеги, запрошуємо до співпраці на сторінках нашого журналу!

Щиро –

В.М. Гець,

д-р екон. наук, професор,

академік НАН України,

директор Інституту економіки та прогнозування НАН України

The economic interrelation of States (Blocks of States), transnational corporations became much more complicated in the era of globalization. There fore the output from the global economic crisis is impossible to manage without the introduction of IT in the process of decision-making. It requires an understanding of lows of development of economic processes and mathematical modeling of this in the form of algorithms.

This Journal focuses exclusively on elaboration of practical measures providing the output of the global crisis. Hope that it will become the first practical science Journal in the world in the field of mathematical modeling of the economy, exclusively aimed at solving practical problems for achieving sustained growth. Indicated problem is extremely urgent for all countries. Therefore we invite researchers from different countries genuinely interested in solving this problem to take part in the scientific debate on the pages of the Journal. It is time to move from the current model of manual control which has its roots in the 16th century to a system of automated management of the economy capable of dealing with conditions in the 21st century.



Dr. Elena Veduta,

Professor, Head of Strategic Planning and Economic Policy

of Faculty of State Government,

Lomonosov Moscow State University,

member of the International Editorial Council

ДО УВАГИ АВТОРІВ ЖУРНАЛУ

Зміст матеріалів, що направляються до редакції, повинен відповідати профілю та науково-технічному рівню журналу. Тематика журналу стосується математичного моделювання у всіх сферах господарської діяльності, тобто, економіки в її широкому розумінні.

Кожна наукова стаття повинна мати вступ, розділи основної частини та висновки, а також анотацію і ключові слова трьома мовами (українською, російською та англійською). Також трьома мовами подаються реферати до статті, які будуть розміщені в електронному варіанті журналу «Математичне моделювання в економіці» на сайті журналу.

Усі представлені в редакцію рукописи проходять ретельне багатоланкове рецензування відповідними фахівцями за профілем статті. Якщо сумарна оцінка рецензентів менша за встановлений поріг, рукописи відхиляються. Автору надсилається відповідне повідомлення. Матеріали, отримані від автора, редакцією не повертаються. Після доопрацювання автор може подати матеріал повторно, з виконанням усіх процедур подачі матеріалу.

Статті, що були представлені в редакцію і прийняті після рецензування, але не попали в поточний номер журналу, будуть надруковані в наступних номерах журналу.

Зміст статті та якість написання або перекладу (українською або англійською мовами) переглядаються коректорами журналу, проте відповідальність за зміст та якість статті несуть автори матеріалу. До статті можуть бути внесені зміни редакційного характеру без згоди автора.

Розділ журналу, до якого буде віднесена стаття, визначається редакцією, узгоджується – головним редактором або його заступником.

Остаточний висновок щодо публікації матеріалів схвалює редакційна колегія журналу.

Електронна версія журналу, правила оформлення та вимоги до статей, зміни і доповнення до тематичних розділів будуть оперативно подаватися в Інтернеті на сайті журналу «Математичне моделювання в економіці» www.mmejournal.in.ua

Журнал також представлений на сайті Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України <http://itgip.org/> у розділі «Видавнича діяльність».

ЗМІСТ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

Кузьменко В.М., Карпець Е.П. Автоматизація формування і ведення інформаційної бази даних для дослідження дисбалансних процесів в економіці країни.....	9
Рогожин О.Г. Інформаційні технології управління соціальним розвитком сіл в Україні.....	17
Ведута О.М., Галаєв В.О., Ігнат'єва Н.Г. Автоматизація управління підприємствами з метою створення системи стратегічного управління національною економікою	26
Кряжич О.О. Забезпечення життєздатності інформаційних технологій управління техногенною безпекою при їх адаптації	33
Зацерковний В.І. Геоінформаційні системи і системи дистанційного зондування Землі в задачах ефективного землекористування	40

МАТЕМАТИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ

Котира В., Крайка А. Розгляд конкретного випадку аналізу фондового індексу WIG20	49
Полумієнко С. К. Деякі аспекти моделювання сталого соціального розвитку	63
Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д., Стефанишин Д.В., Трофимчук О.М. Індуктивне моделювання ризиків збитків від руйнівних повеней в басейні р. Тиса за емпіричними даними з використанням моделей регресійного типу	72
Устименко В.А., Кременовська І.В. Перспективи застосування математичних методів для здійснення оцінки ефективності управління об'єктами публічної власності в Україні	80
Величко А.С. Ентропійна модель Вільсона для міжрегіональних зв'язків Далекого Сходу Росії..	89
Добуляк Л. П., Цегелик Г. Г. Оптимальний розподіл малим підприємством взятого кредиту на можливі види діяльності	99

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ

Харін Ю.С., Сталевська С.М.

Робастність прогнозування авторегресійних часових рядів на основі
малопараметричних моделей 106

Суслов В.І.

Моделі просторової економіки: генезис, сучасний стан, перспективи..... 115

Нурмінський Є. О.

Рівноважний аналіз північних транспортних коридорів Азія-Європа 124

Лебеда Т.Б.

Рівень наукоємності ВВП як фактор економічного розвитку..... 134

Качинський А.Б., Агаркова Н.В.

Оцінка ризику яке основа стратегії управління безпекою гідротехнічних споруд... 143

Лисецький Ю.М.

Дослідження підприємства за допомогою системного підходу 159

РЕФЕРАТИ..... 167

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ..... 177

CONTENTS

INFORMATION TECHNOLOGY IN ECONOMY

Kuzmenko V., Karpets E. Automation of formation and conducting of information data base for research of disbalanced processes in Ukraine economy	9
Rogozin O.G. Information technology social development management of villages in Ukraine	17
Veduta E.N., Galaev V.A., Ignateva N.G. Automation of enterprise management with the aim of creating a system of strategic management of national economy	26
Kryazhych O.O. The viability of information technology in their adaptation for management technological safety.....	33
Zacerkovnyi V.I. Geographic information systems and Remote sensing in the task of efficient land use ...	40

MATHEMATICAL AND INFORMATIONAL MODELS IN ECONOMY

Kotyra B., Krajka A. The analysis of WIG20 stock index in R: a case study	49
Polumiienko S.K. Some aspects of the sustainable social development modeling	63
Stefanyshyna Yu.D., Stefanyshyn D.V., Trofymchuk O.M. Inductive modeling the risks of losses of devastating floods in the basin of river Tisza on empirical data using the regression type models.....	72
Ustimenko V.A., Kremenovska I.V. Prospects for the use of mathematical methods to assess the effectiveness of management of objects of public property in Ukraine.....	80
Velichko A.S. Entropy model of Wilson for interregional relations of the Far East regions of Russia...	89
Dobuliak L. P., Tsehelyk H. H. Optimal distribution available credit to possible activities for small enterprises.....	99

ANALYSIS, EVALUATION AND FORECASTING IN ECONOMY

Kharin Yu.S., Staleuskaya S.N. Robustness of forecasting based on the small parameters autoregressive time series models	106
Suslov V.I. The model the spatial economy: the Genesis of the modern state and prospects	115
Nurminskiy E.A. Equilibrium analysis of the Northern transport corridor between Asia-Europe	124
Lebeda T.B. GDP research intensity level as a factor of economic development.....	134
Kachinskiy A.B., Agarkova N.V. Risk assessment as a basis for a management strategy safety of hydraulic structures.....	143
Lisetckiy Yu.M. The research enterprise by using a systematic approach	159
ABSTRACTS	167
INFORMATION ABOUT THE AUTHORS	177

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

ДК 330.362:338.26

В.М. КУЗЬМЕНКО, Е.П. КАРПЕЦЬ

АВТОМАТИЗАЦІЯ ФОРМУВАННЯ І ВЕДЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСБАЛАНСНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕКОНОМІЦІ КРАЇНИ

***Анотація.** Описано методи та алгоритми формування бази даних для моделювання дисбалансних процесів в економіці України. З цією метою було застосовано математичний апарат таблиць «витрати-випуск», як окремих модулів системи прогнозування макроекономічних показників.*

***Ключові слова:** Таблиці «витрати-випуск» (ТЗВ), економетрична модель ТЗВ, дисбалансні процеси, Система Національних рахунків, класифікація видів економічної діяльності (КВЕД-2010), регресійний аналіз, рівняння регресії, валовий внутрішній продукт.*

***Аннотация.** Описаны методы и алгоритмы формирования базы данных для моделирования дисбалансных процессов в экономике Украины. С этой целью применены математический аппарат таблиц «затраты-выпуск», как отдельный модуль системы прогнозирования макроекономических показателей.*

***Ключевые слова:** Таблицы «затраты-выпуск» (ТЗВ), эконометрическая модель ТЗВ, дисбалансные процессы, Система Национальных счетов, классификация видов экономической деятельности (КВЭД-2010), регрессионный анализ, уравнения регрессии, валовой внутренний продукт.*

***Abstract.** The methods and algorithms of database formation for modeling of unbalanced processes in Ukraine economy were described. for this purpose the mathematic method of tables Input-Output, as a separate module of the system for macroeconomic indicators' prognosis was applied.*

***Keywords:** Input-Output Table, econometric models, unbalance processes, SYSTEM OF NATIONAL ACCOUNTS, classification of economic activities (NACE, Rev. 2), regression analysis, regression equation, gross domestic product.*

Вступ

Для успішної розробки державних заходів з боротьби з кризовими явищами важливим інструментом є системне прогнозування дисбалансних процесів та показників національної економіки. Для цього Інститутом кібернетики НАН України були розроблені методи та алгоритми моделювання деструктивних процесів в економіці України із застосуванням математичного апарату таблиць «витрати-випуск», як окремого модуля системи прогнозування макроекономічних показників.

1. Програмний інструментарій дослідження

Результатом робіт стало створення програмного інструментарію з дослідження дисбалансних процесів в економіці за звітними таблицями «витрати-випуск» та показниками Національних рахунків України, що дозволяє аналізувати та прогнозувати як структурні зрушення в межах

проміжного споживання між видами економічної діяльності (ВЕД), так і відповідний вплив таких зрушень на макроекономічні показники, зокрема на обсяг випуску продукції в постійних цінах. Детальний аналіз впливу зміни структури ВЕД на рівень кінцевого споживання дає економетричний аналіз рівнянь регресії, що включений до модельного інструментарію. Такий аналіз та прогнозування можуть використовуватись на етапі обґрунтування макроекономічних показників Державного бюджету, а також для окремих досліджень стану економіки в країні [1–4, 8].

Програмні засоби для дослідження дисбалансних процесів за моделлю таблиць «витрати-випуск» складаються з:

- структурованої бази даних з вхідною інформацією;
- модуля аналізу вхідних даних та контролю за їх відповідністю граничним значенням та збалансованістю;
- модуля підготовки вхідних даних для їхнього застосування в розрахунках за економетричною моделлю таблиць «витрати-випуск»;
- модуля розрахунку даних для проведення аналізу написаного на мові програмування Visual Basic для Excel;
- структурованої бази даних з вихідною інформацією;
- інтерфейсу користувача для роботи з даними, проведення аналізу, формування завдання для модулювання та розрахунку коефіцієнтів, аналізу результатів моделювання та розрахунку;
- довідкової системи.

Розглянемо детальніше послідовність розрахунків та перетворень інформації, що відбуваються при аналізі вхідних даних та підготовці до виконання етапу регресійного аналізу.

2. Підготовка даних та послідовність проведення розрахунків

Алгоритм формування вхідних даних безпосередньо здійснюється в межах програмного середовища Microsoft Office Excel 2007 через ряд вбудованих операцій, що дозволяють виконати проміжні розрахунки з відповідної підготовки даних. Далі наведено приклад роботи з базами даних для формування вхідного масиву інформації для регресійного аналізу.

Послідовність проведення розрахунків в межах блока підготовки інформації і побудови рівнянь регресії для обраних видів економічної діяльності можна представити у вигляді наступних етапів.

А.0. База агрегованих ТВВ за восьми агрегованими видами економічної діяльності формується шляхом вибору таблиці «Проміжне споживання» та «Випуск товарів і послуг» із звітних форм ТВВ у цінах споживачів за відповідний рік (рис.1.) [5–6].

Рисунок 1 – Приклад вибору ТВВ з архіву статистичних даних

Дані з вихідної статистичної таблиці, у якій наведено 16 видів економічної діяльності, перетворюються шляхом агрегування в дані відповідної таблиці з вісьмома ВЕД.

А.0.1. Формування масиву «Випуск продукції» x_j , ($j = \overline{1,8}, t = \overline{2003,2011}$).

Для формування цього масиву з таблиць ТВВ за вказані роки вибираються рядки підсумкових результатів. Результати складаються в нову таблицю «Випуск продукції».

Таблиця 1 – Випуск продукції, млн.грн

Роки	Сільське господарство, мисливство та лісове господарство. Рибне господарство	Добувна промисловість	Обробна промисловість	Виробництво електроенергії, газу та води	Будівництво	Оптова і роздрібна торгівля, торгівля транспортними засобами, послуги з ремонту. Готелі та ресторани.	Транспорт	Інші види діяльності
2003	73170	32666	300067	31364	27377	59647	63423	101518
2004	95492	38601	404800	34057	38875	78105	79257	145631
....
2011	307617	187272	1449176	143983	129739	391570	268577	607355

А.0.2 Формування масиву «Показники міжгалузевих потоків»

$x_{ij}(i, j = \overline{1,8}, t = \overline{2003,2011})$

Першоджерела статистичної інформації, що зберігаються в структурованій базі даних, форматовані відповідно до методичних принципів їх збору та зберігання в реєстрах державної статистичної служби [5–6].

Розроблена система роботи з базами даних дозволяє вибрати не лише часовий інтервал викликаних для роботи рядів даних, але й здійснити переформатування ТВВ відповідно до конкретних задач моделювання :

- обирати окремі елементи ТВВ (матрицю проміжного споживання, ряди кінцевого споживання, валового внутрішнього продукту, обсягів імпорту та експорту тощо);
- виконувати агрегацію або дезагрегацію окремих видів економічної діяльності (ВЕД). Відповідно до чинних методичних матеріалів статистична інформація по ТВВ подається у розгорнутому або агрегованому вигляді.

Зокрема, для поточного дослідження була сформована матриця «Проміжне споживання» за восьми агрегованими видами економічної діяльності з ТВВ, приклад якої наведено на рис. 2 [1, 3].

ВИДИ ДІЯЛЬНОСТІ	ПРОМІЖНЕ СПОЖИВАННЯ								
	Сільське господарство, мисливство во та лісове	Добувна промисловість	Обробна промисловість	Виробництво електроенергії, газу та води	Будівництво	Оптова і роздрібна торгівля; торгівля транспортними засобами	Транспорт	Інші види діяльності	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Сільське господарство, мисливство та лісове господарство	1	23351	79	17074	25	94	522	87	683
Добувна промисловість	2	335	5806	30919	9664	987	601	3342	873
Обробна промисловість	3	9777	4639	68435	2556	7288	5212	5352	9389
Виробництво електроенергії, газу та води	4	1133	2417	9736	2586	293	628	1901	3171
Будівництво	5	24	45	210	50	31	71	100	346
Оптова і роздрібна торгівля; торгівля транспортними засобами; послуги з ремонту, Готелі та ресторани	6	2787	1880	30907	132	313	2510	833	1400
Транспорт	7	2187	2024	7125	480	1009	3441	3043	2116
Інші види діяльності	8	705	853	6732	1200	1033	5104	2050	10284
ПРОМІЖНЕ СПОЖИВАННЯ	9	40299	17743	171138	16673	11048	18089	16708	28262

Рисунок 2 – Приклад результату формування агрегованої матриці проміжного споживання в поточних цінах споживачів

А.1. Коefіцієнти поквартального розподілу випуску товарів і послуг по галузях усередині кожного року періоду 2003–2011 рр. Шукані коefіцієнти одержуємо як результат ділення квартальних обсягів на річний обсяг випуску товарів і послуг .

А.1.1. Розрахунок квартальних обсягів випуску товарів і послуг по галузях промисловості ТВВ у поточних цінах споживачів (млн. грн.). Для одержання цих обсягів коefіцієнти (результат етапу А.1.) множаться на показники рядка («Випуск продукції») таблиць міжгалузевого балансу відповідного року (результат етапу А.0.1.):

$$x_j^{tq} = k_j^{tq} \times x_j, \quad (1)$$

А.1.2. Розрахунок коefіцієнтів матриці прямих матеріальних витрат по роках періоду 2003–2011 рр. Ці коefіцієнти визначаються як результат ділення показників міжгалузових потоків по стовпцям міжгалузових балансів (були отримані на етапі А.0.) на відповідний кожному стовпцю обсяги випуску продукції.

А.1.3. Розрахунок поквартальних значень міжгалузових потоків по роках періоду 2003–2011 рр. у поточних цінах споживачів. Ці значення розраховуються як результат множення матриці прямих витрат на квартальні обсяги випуску продукції.

А.2. Базисні індекси цін по кварталах періоду 2003–2011 рр. (1 кв. 2003 р. I=1).

А.2.1. Розрахунок поквартальних обсягів випуску товарів і послуг в постійних цінах споживачів I кв. 2003 р. Здійснюється він так: елементи матриці прямих матеріальних витрат (результат етапу А.1.3.) діляться на відповідні елементи базисних індексів цін по кварталах, що мають однакову нумерацію: той самий квартал, та сама галузь (результат етапу А.2.).

А.2.2. Розрахунок поквартальних міжгалузових потоків у постійних цінах споживачів I кв. 2003 р. Це безпосереднє знаходження показників x_{ij} для розрахунку рівнянь регресії, яке здійснюється діленням кожного рядка квартальної матриці міжгалузових потоків (результати етапу А.1.3.) на відповідний цьому рядку галузевий коefіцієнт переводу поточних цін споживачів у постійні ціни споживачів I кв. 2003 р. для відповідного року і кварталу (вхідні дані А.2.1). Керування процесом заповнення бази даних, обробки інформації, вибору років та підготовки даних до регресійного аналізу здійснюється з

допомогою інтерфейсу користувача. Інтерфейс розроблений за допомогою мови Visual Basic для Excel. Дані зберігаються в сторінках книги Excel. Для перегляду, редагування і маніпуляцій з даними створена кнопкова форма (рис. 3).

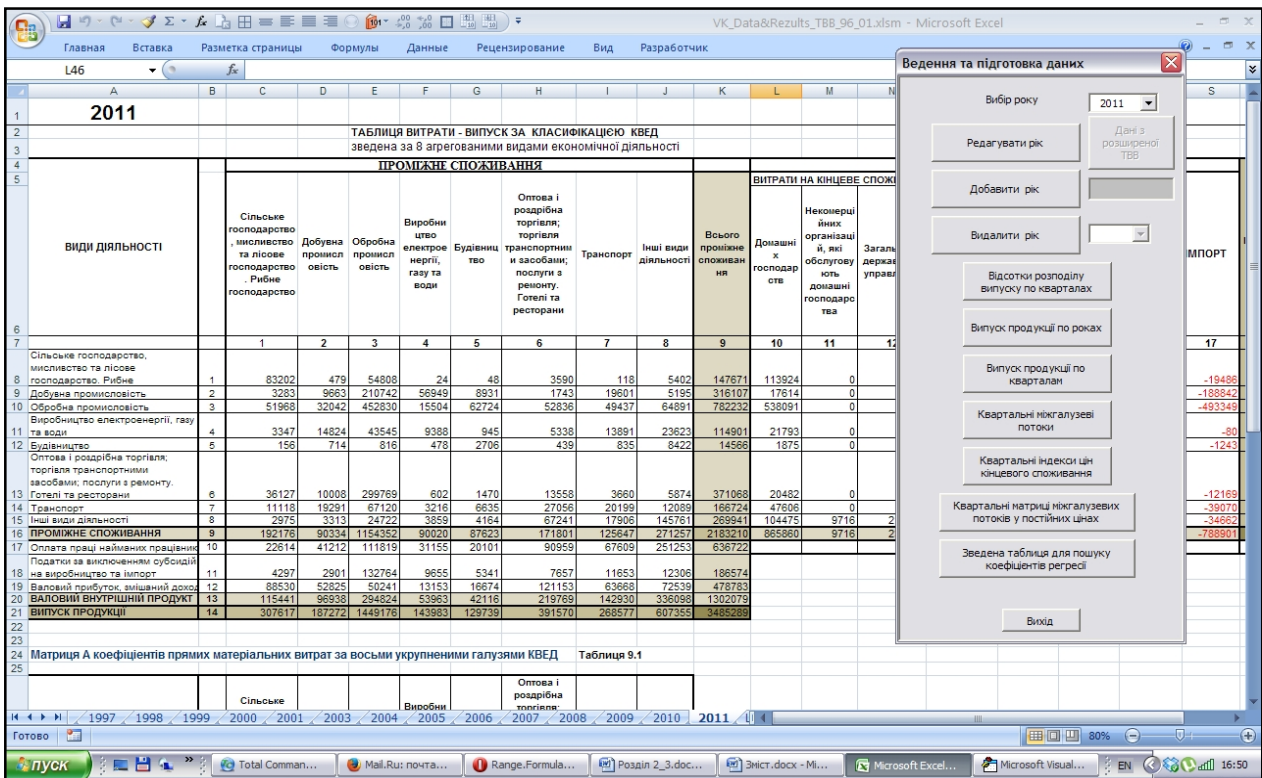


Рисунок 3 – Використання кнопкової форми з пунктами меню

Вона дозволяють переглядати дані по рокам, редагувати дані, виконувати агрегування, експортувати дані, видалити роки з підготовки даних для регресійного аналізу.

Робота з вхідними даними завершується формуванням вхідного масиву для пошуку коефіцієнтів регресії. При цьому користувач може вибрати періоди, за даними яких буде вестися пошук [1, 4].

3. Автоматизація обробки вихідних даних та кінцевих розрахунків, діалогове формування статистичних ТВВ

Виконання розрахунків коефіцієнтів регресійних рівнянь виконується програмним засобом EViews згідно із програмою розрахунків, яка коригується при підготовці даних для розрахунків. В зазначимо, що підготовка вихідних даних починається із переліку вихідних показників, які EViews має вивести по результатам розрахунків. Перелік цих показників може змінюватися у залежності від потреби користувача при коригуванні програми розрахунків в EViews. Фрагмент програми розрахунку коефіцієнтів лінійної регресії наведений на рис. 4. Після зчитування даних в циклах розраховуються коефіцієнти регресії методом найменших квадратів та характеристики отриманих регресійних рівнянь. В наведеному прикладі розраховуються 10 видів характеристик А.1.3. [1–3, 8].

```

EViews
File Edit Object View Proc Quick Options Window Help

Program: CYCLE88_CRWF - (d:\vk\vik\karpec\bn_110_11\programms\3_p...
Run Print Save SaveAs Cut Copy Paste MergeText Find Replace Encrypt

'smpl 1996:1 2001:4
read(C5,s=massiv) Massiv_VK.xls 72

'spool myNewSpool
output(t) outp.txt

for !i=1 to 8
  for !j=1 to 8
    !n=!i*10+!j
    if !i<>!j then
      equation eau.ls(p) X{!n} = h{!n} + a{!n}*X{!i} + b{!n}*X{!j}
      создаем уравнение
      bs{!n}=eau.@stderrs(3)
      bt{!n}=eau.@tstats(3)
    else
      equation eau.ls(p) X{!n} = h{!n} + a{!n}*X{!i}
    endif

    hs{!n}=eau.@stderrs(1) 'standard error for coefficient i.
    as{!n}=eau.@stderrs(2)
    ht{!n}=eau.@tstats(1) 't-statistic value for coefficient i.
    at{!n}=eau.@tstats(2)
    r2{!n}=eau.@r2 'R-squared statistic.
    rb{!n}=eau.@rbar2 'adjusted R-squared statistic. |
    dw{!n}=eau.@dw 'Durbin-Watson statistic.
    se{!n}=eau.@se 'standard error of the regression.
    ss{!n}=eau.@ssr 'sum of squared residuals.
    mn{!n}=eau.@meandep 'mean of the dependent variable.
    sd{!n}=eau.@sdeps 'standard deviation of the dependent variable.

  next
next
  
```

```

EViews
File Edit Object View Proc Quick Options Window Help

Program: CYCLE88_CRWF - (d:\vk\vik\karpec\bn_110_11\programms\3_p...
Run Print Save SaveAs Cut Copy Paste MergeText Find Replace Encrypt

'smpl 1996:1 2001:4
read(C5,s=massiv) Massiv_VK.xls 72

'spool myNewSpool
output(t) outp.txt

for !i=1 to 8
  for !j=1 to 8
    !n=!i*10+!j
    if !i<>!j then
      equation eau.ls(p) X{!n} = h{!n} + a{!n}*X{!i} + b{!n}*X{!j}
      создаем уравнение
      bs{!n}=eau.@stderrs(3)
      bt{!n}=eau.@tstats(3)
    else
      equation eau.ls(p) X{!n} = h{!n} + a{!n}*X{!i}
    endif

    hs{!n}=eau.@stderrs(1) 'standard error for coefficient i.
    as{!n}=eau.@stderrs(2)
    ht{!n}=eau.@tstats(1) 't-statistic value for coefficient i.
    at{!n}=eau.@tstats(2)
    r2{!n}=eau.@r2 'R-squared statistic.
    rb{!n}=eau.@rbar2 'adjusted R-squared statistic. |
    dw{!n}=eau.@dw 'Durbin-Watson statistic.
    se{!n}=eau.@se 'standard error of the regression.
    ss{!n}=eau.@ssr 'sum of squared residuals.
    mn{!n}=eau.@meandep 'mean of the dependent variable.
    sd{!n}=eau.@sdeps 'standard deviation of the dependent variable.

  next
next
  
```

Рисунок 4 – Фрагмент програми, в якому знаходять характеристики попарних регресійних рівнянь

Результати пошуку коефіцієнтів та значення вибраних характеристик записуються у файли, які зчитуються програмою Excel, для виконання аналізу, обробки та використання отриманих результатів в подальшому моделюванні. Основним результатом є коефіцієнти c_{ij} , λ_{ij} , β_{ij} рівнянь $x_{ij} = c_{ij} + \lambda_{ij}x_i + \beta_{ij}x_j$. Ці коефіцієнти використовуються для побудови статистичної моделі, яка у векторному вигляді записується так $(E - B)\vec{x} + \vec{c} = \vec{y}$, де E – одинична матриця $n \times n$; B – матриця з коефіцієнтами $b_{ij} = \beta_{ij}$ для $i \neq j$ та $b_{ii} = \beta_{ii} + \sum_{j=1}^n \lambda_{ij}$, $i, j = 1, \dots, n$; \vec{c} – вектор з компонентами $c_i = \sum_{j=1}^n c_{ij}$, $i = 1, \dots, n$; \vec{x} , \vec{y} – вектора з компонентами $x_i, y_i, i = 1, \dots, n$.

Для роботи з даними використовується кнопкова форма (рис. 5). Кнопкова форма використовується як меню, в якому представлені основні кроки проведення розрахунків, аналізу та використання вихідних даних. При виборі конкретного пункту можуть з'являтися підказки та додаткові запити для уточнення інформації від користувача або для введення додаткових параметрів пошуку чи аналізу.

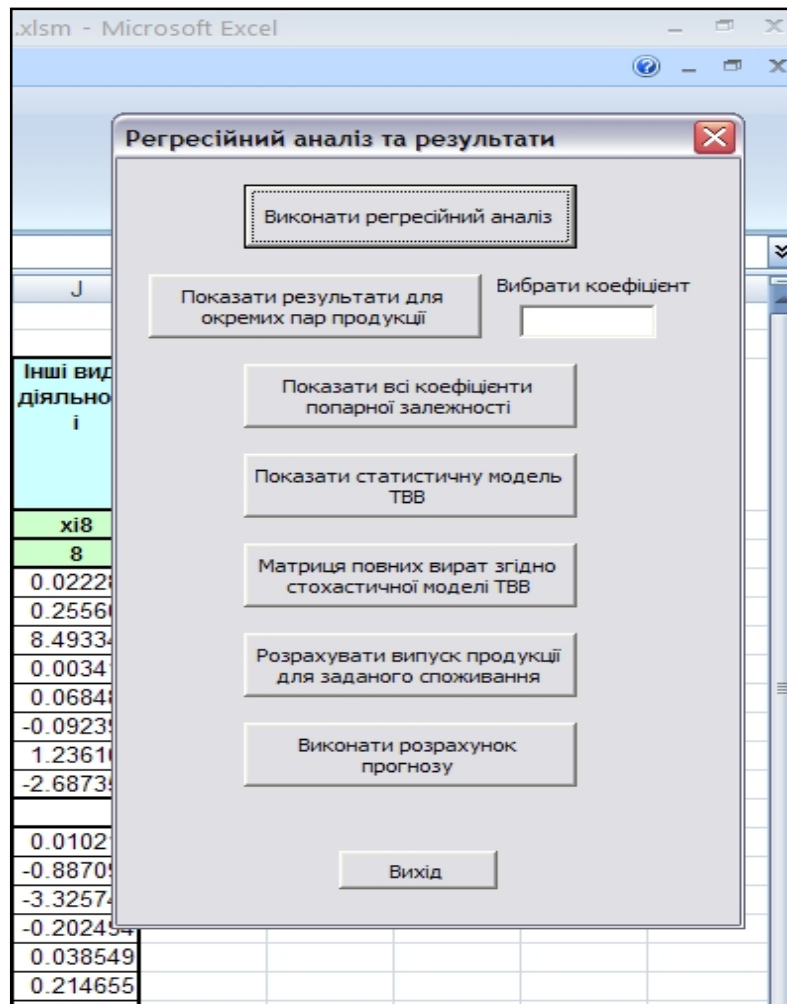


Рисунок 5 – Кнопкова форма для роботи з вихідними даними

За допомогою програм, що відповідають командам кнопкової форми, виконуються необхідні вибірки з бази даних та формуються вихідні форми, щоби представити результати у зручному для користувача вигляді та надати можливість їх проаналізувати. Користувач

може виконати регресійний аналіз вхідних даних, переглянути результати в бажаних часових розрізах та зіставити різні пари продукції, розрахувати необхідний випуск продукції для обраного вектора кінцевого споживання, використати отримані від аналізу коефіцієнти для розрахунку прогнозних значень випуску продукції та зберегти результати своїх досліджень у кінцевих файлах [2, 4].

Автоматизація робіт по статистичному дослідженню рівнянь попарної регресії та розрахунку прогнозних регресійних коефіцієнтів для формування розрахункової матриці здійснюється за вбудованими процедурами програмного середовища EViews, яке дозволяє формувати необхідні групи із введених рядів даних, будувати регресійні рівняння та досліджувати відповідний взаємовплив показників, що входять до рівняння [1–2].

Висновки

Розроблена система забезпечує можливість вирішення широкого спектра прогнозно-аналітичних задач у процесі розробки відповідних економічних заходів державними структурами.

Формалізовані методи аналізу динаміки економіки, що базуються на даних таблиць «витрати-випуск», дозволяють кількісно оцінити структурні зрушення, що відбуваються в процесі розвитку економіки під впливом ринкових та кризових перетворень. А поєднання моделі таблиці «витрати-випуск» (ТВВ) з можливостями економетричного моделювання дозволяє враховувати тенденції взаємозалежного впливу показників в ході прогнозних розрахунків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Прогнозування бюджетних показників на базі економетричної моделі таблиць Витрати-Випуск // Інформаційно-аналітичне супроводження бюджетного процесу (за ред. Довгого С.О., Сергієнко І.В.) / монографія. – К.: Ін-т телекомун. і глоб. інформ. простору НАНУ, 2013. – С. 387 – 397.
2. Карпець Е.П., Кузьменко В.М. Економетрична модель таблиць Витрати-Випуску як інструмент бюджетного узгодження структури доходів і споживання населення // Математичне моделювання в економіці – К.: НАН України Ін-т телекомун. і глоб. інформ. простору, Ін-т кібернетики, 2013. – №3. – С.96 – 104.
3. Лавров Л.Г., Карпець Е.П. та ін. Прогнозування показників таблиць «витрати-випуск» // Метод. рекомендації. - Держ.НДІ ІМЕМінекономіки України. – К., 2004
4. Кузьменко В.Н., Бойко В.В. Использование модели «затраты-выпуск» леонтьевского типа для исследования макроэкономических процессов // Теория оптимальных решений. Сб.научн.тр. НАН Украины, Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова. – Киев, 2001.
5. Національні рахунки України за 2003–2011 роки // Статистичний збірник. Державна служба статистики України. – 2012 – Інтернет-доступ: <http://ukrstat.gov.ua/>
6. Таблиця «витрати-випуск» України у цінах споживачів за 2003–2011 роки // Статистичний збірник. Державна служба статистики України. – Інтернет-доступ: <http://ukrstat.gov.ua/>
7. Леонтьев В.В. Общеэкономические проблемы межотраслевого анализа // Собрание избранных трудов В.В. Леонтьева в трех томах. / Научный редактор А.Г. Гранберг. –Том I. – Москва: «Экономика», 1999.
8. Handbook of Input-Output Table Compilation and Analysys. United States, New York. – 1999.

Стаття надійшла до редакції 21.11.2014

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНИМ РОЗВИТКОМ СІЛ В УКРАЇНІ

***Анотація.** У статті розглянуто досвід розробки комплексних цільових програм розвитку соціальної інфраструктури села в Україні у 1970–1980-х рр. Акцентовано на реалізації інформаційної підтримки цього процесу засобами суцільної соціальної паспортизації сіл із створенням відповідного банку даних на ЕОМ. Визначено напрями використання цього досвіду в сучасних умовах.*

***Ключові слова:** цільові програми, соціальна інфраструктура, соціально-культурний розвиток села, банк даних, соціальні паспорти сільських населених пунктів.*

***Аннотация.** В статье рассмотрен опыт разработки комплексных целевых программ развития социальной инфраструктуры сел в Украине в 1970–1980-х гг. Акцентировано на реализации информационной поддержки этого процесса средствами сплошной социальной паспортизации сел с созданием соответствующего банка данных на ЭВМ. Определены направления использования этого опыта в современных условиях.*

***Ключевые слова:** целевые программы, социальная инфраструктура, социально-культурное развитие села, банк данных, социальные паспорта сельских населенных пунктов.*

***Abstract.** The article highlights the experience of complex social infrastructure directed programs developed in Ukraine countryside in 1970–1980th. It is accented on the informative support of this activities with the means of continuous social monitoring in villages and corresponding computer data bank creation. The directions of this experience utilization in modern conditions is determined.*

***Keywords:** target programs, social infrastructure, welfare development of village, databank, social passports of the village occupied items.*

Вступ

Ідея соціальної паспортизації сільських населених пунктів (сіл) виникла в останні десятиліття існування СРСР як спроба знайти спосіб розв'язання ряду практичних проблем, спричинених перманентною кризою радянського аграрного сектору.

Внаслідок масового відпливу селян в міста на фоні зменшення плідності сільських жінок із поширенням сучасного типу відтворення населення в Європейській частині СРСР вже в 1970-х роках гостро постала проблема забезпечення робочою силою сільськогосподарського виробництва, підтримка якого потребувала все більших і більших витрат. В 1987 р. дефіцит трудових ресурсів в сільському господарстві Української СРСР становив до мільйона працівників, різко порушилася вікова і статева структура сільського населення, в якій стали переважати люди передпенсійного і пенсійного віку. Основною причиною цього одностайно визнавалося те, що умови життя сільського населення в цілому поліпшувалися вкрай повільно порівняно із зростаючими потребами. На інших причинах (архаїчні позаекономічні форми організації аграрного сектору) не дозволяла акцентувати радянська ідеологічна зашореність.

Тоді, щоб зменшити вплив робочої сили із села (особливо із «всесоюзної житниці» – українського села), центральним політичним керівництвом була поставлена в площину практичного виконання народногосподарська задача вирівнювання умов життя (тобто соціальних стандартів) між містом і селом шляхом «підтягування» умов життя на селі до рівня міст. Вона формулювалася як «забезпечення соціально-культурної перебудови

сільських населених пунктів» в контексті «соціального розвитку села» [1]. Причому панівна ідеологія обмежила предмет перебудови життєвого середовища сільського населення майже виключно проектуванням і будівництвом об'єктів сільської соціальної інфраструктури, звівши задачу до містобудівної діяльності, галузево підпорядкованої Держбудам СРСР і УРСР. Відповідно звужився і об'єкт – сільські населені пункти (СНП), а не сільські громади та соціальні стосунки в них.

Маючи таку установку «згори» й максимально розширивши її в частині соціальних стандартів життєдіяльності, соціального розвитку села (наскільки дозволили тодішні ідеологічні обмеження), канд. арх. Г.М. Рогожин на зламі 1979–1980 рр. здійснив доволі успішну спробу розробити теоретичні та практично-організаційні основи створення в містобудівництві самостійного напрямку, зорієнтованого на забезпечення в сільській місцевості України конкурентоздатного щодо міста життєвого середовища без докорінного зламу віками складеної сільської поселенської мережі. Причому для мешканців сіл були визначені нормативні умови проживання.

Задля їхнього обґрунтування було здійснено спеціальне дослідження на базі суцільного обстеження кожного сільського поселення України із застосуванням методів математичного аналізу. Це дослідження дозволило:

- висвітлити об'єктивні закономірності розвитку села;
- довести його життєздатність і стійкість;
- показати зародження в сільській місцевості первинних систем розселення;
- розробити методику їх формування та перетворення цих систем в головний елемент містобудівного проектування.

Зокрема було підтверджено, що саме первинні системи (одиниці) сільського розселення доцільно розглядати як конструктивну основу для перебудови СНП, географічний базис для створення динамічної системи соціально-культурного обслуговування сільського населення. На жаль, основні результати цього дослідження було засекречено як такі, що наочно демонстрували сумні результати «соціалістичного перетворення» українського села. Лише окремі його фрагменти, здебільшого методичного характеру, були оприлюднені у малотиражних фахових виданнях [2, 3].

1. Інформаційне забезпечення цільових програм

Задачу соціально-культурної перебудови сільських населених пунктів передбачалося розв'язувати на основі формування постійно діючої системи інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень в рамках цільових програм соціально-культурної перебудови сіл. Тобто саме цільові програми мали стати головним елементом управління соціальною перебудовою села [4, 5].

Передбачалося організувати ці програми в єдину ієрархічну структуру задля розробки аргументованого комплексу заходів (пов'язаних з наявними ресурсами і відповідних специфіці місцевих умов) та оптимізації інвестиційного процесу шляхом взаємоув'язки програмних, планових і містобудівних проектних документів [6].

Пропонувалося мати міжгалузеві (наприклад, житлову) та галузеві програми за окремими видами обслуговування. Галузеві програми були призначені підвищити ефективність діяльності з соціального розвитку села відповідних міністерств і відомств (за розвиток і функціонування сільської соціальної інфраструктури тоді відповідало понад 20 міністерств і відомств).

У відповідності з етапами процесу планування і проектування соціо-культурного розвитку сільської місцевості (від цільової установки до реалізації у вигляді побудованих об'єктів) відбувався вибір стратегії розвитку кожного сільського району на основі їх типологізації за досягнутим рівнем та гостротою соціально-демографічних проблем. Саме обрана стратегія визначала зміст програм, потребу у капіталовкладеннях на розвиток

соціальної інфраструктури і була обґрунтуванням для містобудівних проектів в областях, районах, сільськогосподарських підприємствах.

Цільовою програмою називають комплекс заходів, спрямованих на досягнення чітко визначених кінцевих цілей, які стосуються всіх етапів роботи – від наукового обґрунтування і проектування до практичної реалізації у відповідності до наявних ресурсів та за умови мінімізації витрат [7]. Стосовно проблеми комплексної перебудови українського села така програма уявлялася як складна багаторівнева система планування, територіального проектування і управління (рис. 1).

Верхній рівень відводився Республіканській комплексній програмі, де визначалися основні цілі соціально-культурного розвитку села, формувалася загальна стратегія їх досягнення, оцінювалися основні ресурси і капіталовкладення, задавалися контрольні цифри для кожної області. У 1982 р. була розроблена перша республіканська комплексна Програма соціально-культурного розвитку українського села на період до 1990 року, де була поставлена задача переломити негативну тенденцію масового відпливу сільського населення в міста на основі активізації житлово-господарського будівництва. Кожна область розробила аналогічну програму в розрізі адміністративних районів.

Обласні програми відповідно до специфіки регіональних проблем уточнювали цільові орієнтири для кожного адміністративного району з урахуванням місцевих ресурсів та місця кожного з них в територіальному розподілі праці, щоб у можливо короткий термін домогтися поліпшення соціальної інфраструктури тих районів, де вона суттєво відстає від середньодержавних і середньообласних показників.

На районному рівні Комплексні програми мали встановити конкретні обсяги будівництва житлових будинків, об'єктів культурно-побутового призначення, інженерного обладнання, благоустрою доріг і вулиць в кожному сільськогосподарському підприємстві і населеному пункту. Причому висувалася задача першочергового будівництва житла і громадських будівель в трудонедостатніх господарствах.

Найнижчий рівень посіли Цільові програми перебудови СНП сільськогосподарських підприємств. У поєднанні з комплексними проектами планування і забудови сіл в межах первинних систем розселення (внутрішньогосподарських) вони містили конкретні пропозиції з розміщення, типів житлових будинків і громадських будівель, черговості їхнього будівництва, інженерного благоустрою.

Крім того, пропонувалося розробляти галузеві територіальні програми розвитку і удосконалення мереж: дошкільних закладів, закладів освіти, культури, медичного обслуговування, сільської торгівлі, служби побутового обслуговування і т.і., задля підвищення ефективності діяльності міністерств і відомств щодо соціального розвитку сільської місцевості за рахунок ув'язки планів капітального будівництва з територіальними містобудівними проектами (схемами і проектами районного планування).

Була відпрацьована така принципова методична схема розробки програм:

– визначення нормативних потреб в закладах кожного виду обслуговування (моделювання потреб) на основі нормативів на 1000 мешканців з урахуванням оптимальної організації мережі і максимального наближення послуг до місця проживання;

– аналіз досягнутого рівня (наявності) житлового фонду, закладів обслуговування, інженерного обладнання в розрахунку на 1000 мешканців з розрахунком забезпеченості населених пунктів;

– розрахунок додаткової потреби в будівництві об'єктів (як різниця між моделлю потреб і наявним фондом з врахуванням вибуття амортизованих споруд і використання пересувних форм обслуговування);

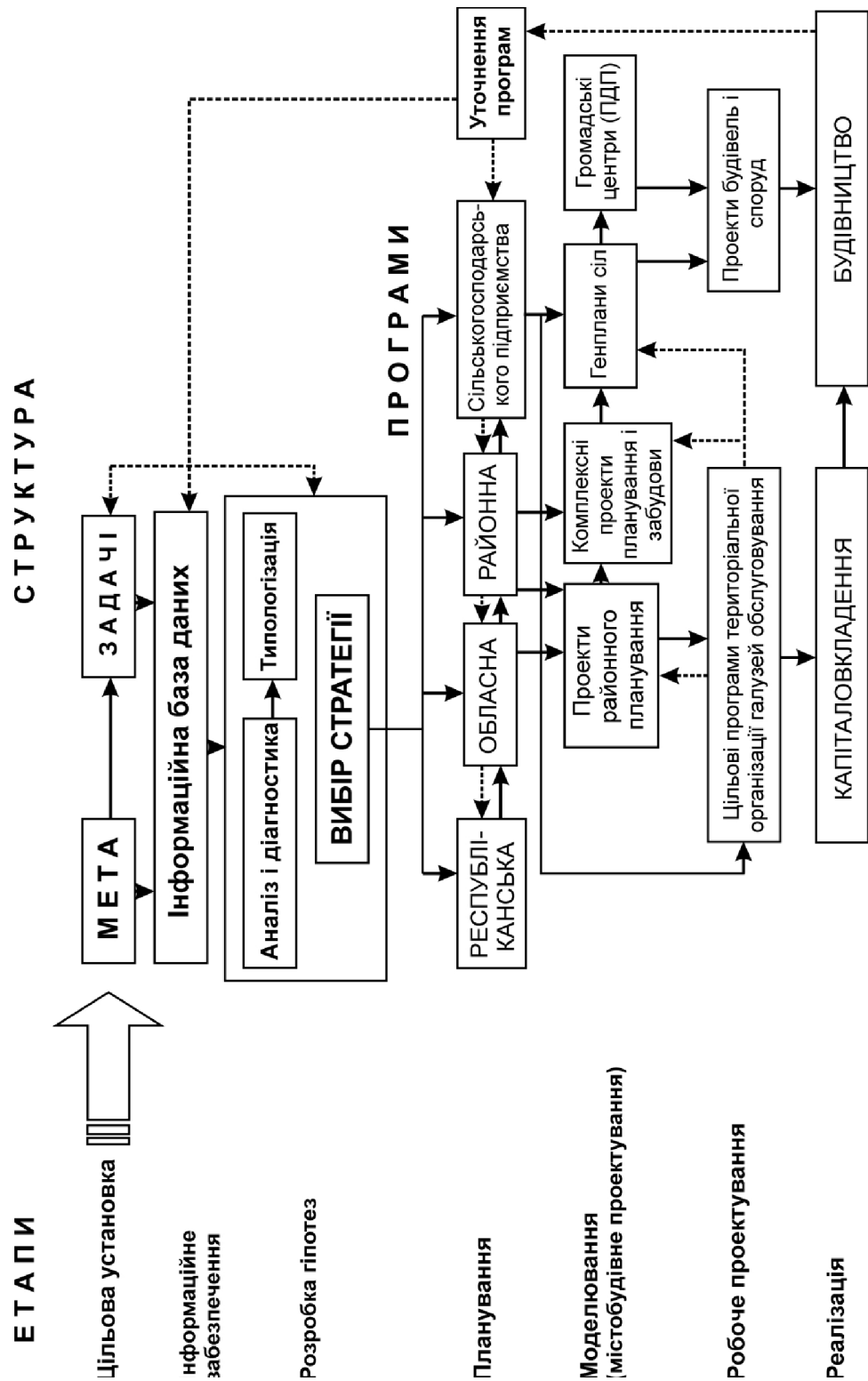


Рисунок 1 – Система управління комплексною перебудовою сіл республіки (Г.М. Рогожин, 1982 р.)

- визначення можливого терміну досягнення нормативного рівня з врахуванням наявних ресурсів;
- розробка поетапного плану реалізації Програми шляхом регулювання ресурсів, які виділяються на різних етапах відповідно до поставлених цілей.

Тобто систему управління комплексною перебудовою сіл великих регіонів пропонувалося формувати у вигляді багатоступеневого процесу від цільової установки, розробки гіпотез і вибору стратегій вирішення проблеми через цільове планування і містобудівне проектування до будівництва конкретних об'єктів.

Це обумовило необхідність поєднання програмно-цільових методів планування і проектування соціальної перебудови СНП з інформаційним банком кількісних і якісних даних по кожному з них. Таке поєднання мало на меті створення науково обгрунтованої системи управління комплексною перебудовою сіл в масштабі країни та області [6].

Оскільки розробка будівельних програм потребує суцільних, а не вибіркових обстежень потреб в будівництві (ремонті, реконструкції) тих чи інших об'єктів. Якість таких програм напряму залежить від достовірності та своєчасності отримання необхідної інформації. Це вимагає постійного оновлення інформації в по кожному об'єкту соціальної інфраструктури в кожному районі, сільськогосподарському підприємстві, населеному пункті. Для постійного оновлення інформаційної бази під час введення в експлуатацію кожного нового об'єкта (житлового будинка, інженерної споруди тощо) передбачалося направляти в інформаційний банк дані за формою «відривного талона» до акту приймальної комісії, а також аналогічного «талона» до акту списання будь-якого об'єкта. З використанням ЕОМ планувалося вносити необхідні корективи і уточнення в плани будівництва, щоб запобігти крупним прорахункам в майбутньому.

Банк даних по селах УРСР створювався під керівництвом Г.М. Рогожина колективом у складі І.А. Ярмоленка, Я.А. Бурячка, М.В. Возної, І.А. Мафтера та інших у розрахунку на накопичення трьох основних блоків даних, необхідних для обгрунтування програм і проектів розвитку соціальної інфраструктури на селі: демографічна ситуація в СНП; їхня забезпеченість елементами інфраструктури; характеристика якості елементів інфраструктури [8].

Була передбачена відкрита архітектура банку, його поетапний розвиток задля забезпечення інформаційної підтримки всіх ланок процесу планування і проектування перебудови сіл. Модель його інформаційного фонду наведена на рисунку 2.

Інформаційну основу зазначеного банку даних склала електронна бібліотека базових форм С-1 – анкет-карток на кожний сільський населений пункт, за якими було здійснено перше в Україні суцільне обстеження сіл (станом на середину 1978 р.). Базова форма містила 63 показники, згруповані у 9 блоків: «адресний» (село, район, область, колгосп/радгосп); «характеристика населеного пункту» (функціональний тип, наявність підприємств і кількість працюючих, відстань до дороги з твердим покриттям та до райцентру, чи є сільрада, зупинка громадського транспорту і т.і.); «характеристика населення» (кількість, статеві-вікова структура, кількість працюючих в соціальному сервісі, сезонних працівників, мешканців з вищою і середньою освітою); «планувальні показники» (площа села, кількість дворів, присадибних ділянок різної площі); «житлова забудова» (кількість індивідуальних житлових будинків, квартир багатоквартирних, у т.ч. побудованих після 1965 р.); «благоустрій» (протяжність мережі водогону, каналізації, вулиць з твердим покриттям, кількість газифікованих і електрифікованих будинків тощо); «наявність громадських будівель» (дошкільних, шкіл, клубів, будинків культури, магазинів, їдалень, майстерень побутового обслуговування, лікарень, фельдшерських пунктів, бань – всі діючі з характеристикою місткості і технічного стану); «характеристика виробничих комплексів» (тваринницьких ферм і т.і. – кількість працюючих); «пропозиції щодо перспектив розвитку села».

Планувалося періодичне поповнення цих даних шляхом додавання записів станом на нову дату, причому сукупність різночасних анкет-карток автоматично групувалася за областями, районами і селами. Блоки даних, згруповані за селами, було названо соціальними паспортами сільських населених пунктів, адресацію яких здійснювала пошукова програма.

На жаль, із припиненням фінансування після Чорнобильської катастрофи, розвиток архітектури і накопичення інформаційного фонду банку даних було зупинено на ранній стадії. Базові форми анкет-карток на міські поселення відпрацювати не вдалося (хоч було

апробовано блок даних щодо ролі міст в обслуговуванні сіл). Ідея розробки соціальних паспортів міст тоді не була реалізована й іншими дослідниками.

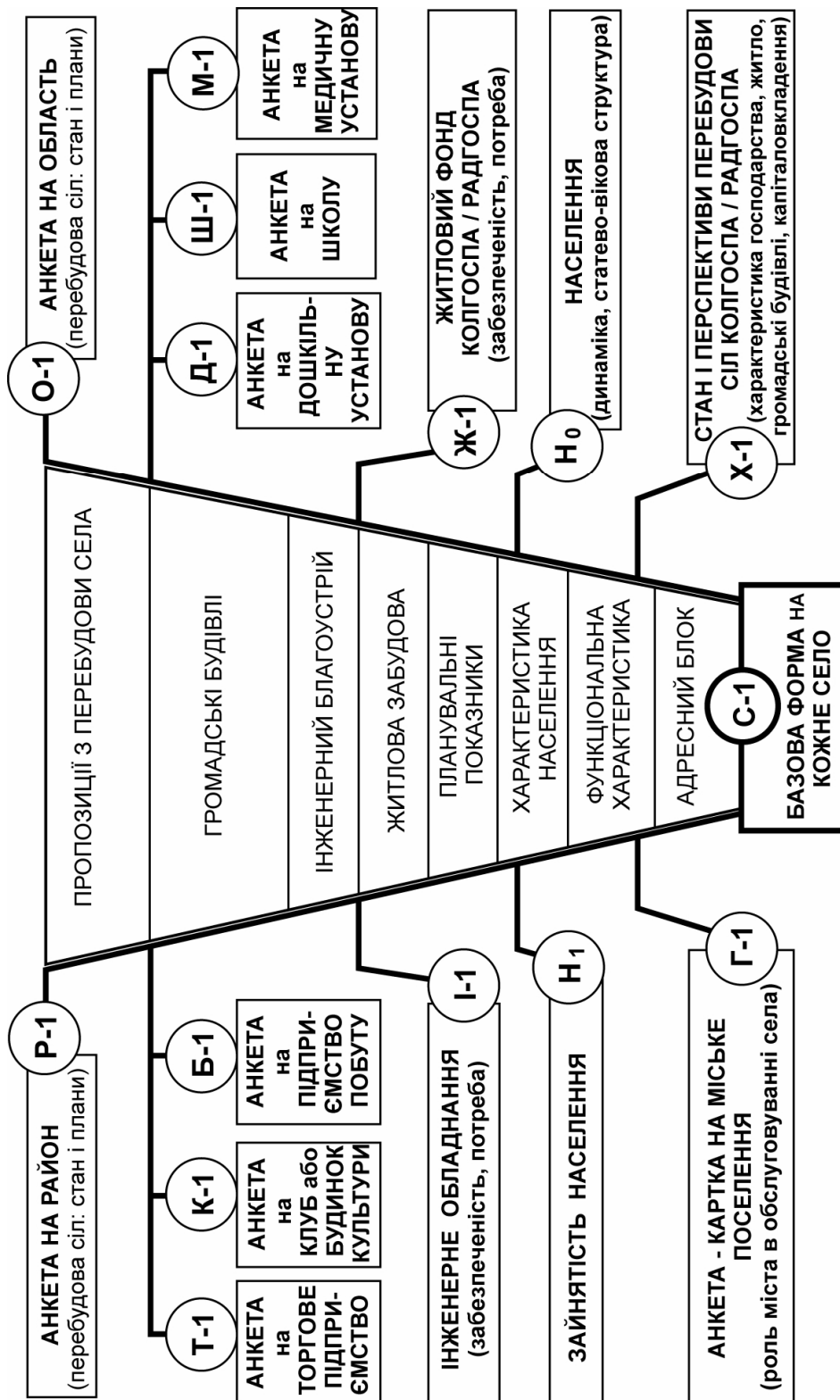


Рисунок 2 – Інформаційне забезпечення програм і проектів перебудови сіл (Г.М. Рогожин, 1982 р.)

Спроба розвинути ідею соціальних паспортів сільських населених пунктів була здійснена наприкінці 1980-х рр. новосибірськими дослідниками з Інституту економіки і

організації промислового виробництва Сибірського відділення АН СРСР під керівництвом академіка Т.І. Заславської. Вони намагалися дещо більше «соціологізувати» паспорт, тобто поряд з проблемами забезпечення сіл об'єктами соціальної інфраструктури акцентувати увагу на факторах власне соціального середовища (зайнятість, дозвілля, культурний розвиток тощо). Однак їм так і не вдалося організувати суцільне обстеження сіл, яке планувалося здійснити в Алтайському краї.

2. Недостатність довідково-статистичного підходу

Друге дихання ідеї соціальної паспортизації сільських населених пунктів надало прагнення до «соціального відродження українського села», як одна з ідеологічних течій загальнонаціонального відродження й руху за незалежність України на початку 1990-тих років. Тоді було створено Комітет по соціальному розвитку села при Раді міністрів України. Як елемент інформаційного забезпечення його діяльності було прийнято рішення започаткувати періодичні (кожні 5 років) суцільні обстеження сіл України силами Держкомстату за формою № 1-село «Соціально-економічна характеристика сільського населеного пункту», розробленої фахівцями Інституту економіки НАН України під керівництвом д.е.н. Л.О. Шепотько [9]. Здійснено кілька таких обстежень (в 1990, 1995, 2001 і 2005 рр.).

Форми статистичного спостереження для цих обстежень склали з врахуванням досвіду першої паспортизації сіл України, однак свідомо змінили концепцію – відмовились «конструктивної» (інформаційна підтримка цільових програм) на користь «довідкової» (інформування про соціально-економічну ситуацію в селах). Це призвело до різкого й невинного збільшення числа контрольованих показників (237 в 1990 р., 707 – в 2005 р.) у блоках даних «населення», «трудові ресурси і зайнятість», «суб'єкти господарської діяльності: підприємства, виробничі підрозділи, фермерські господарства і господарства населення», «житло, комунальні послуги», «установи і організації соціальної інфраструктури». Водночас була спрощена характеристика статево-вікового складу населення та об'єктів соціальної інфраструктури (зниклі дані про контингенти дошкільнят і школярів, про розрахункову місткість і реальне завантаження об'єктів, до 2001 р. була відсутня характеристика їх технічного стану). Це унеможливило об'єктивну оцінку рівня забезпеченості селян послугами та планування будівельних потреб. Причому інші фактори соціального середовища (крім зайнятості і присадибного господарювання) взагалі залишилися поза увагою.

Тобто з часом форма №1-село все більше перетворювалася на проекцію даних поточної державної статистичної звітності за всіма можливими показниками на найнижчий територіальний рівень обліку – сільські населені пункти.

Близький підхід реалізовано у пропозиціях (настановах) з «Соціоекологічного оцінювання сільськогосподарських населених пунктів», розроблених у 2006 р. в Національному аграрному університеті України. Ними пропонується оцінювати стан сільських населених пунктів за двома основними блоками показників: екологічного стану території СНП (антропогенний вплив на поверхневі й ґрунтові води, ґрунтовий покрив, атмосферне повітря, радіоактивне забруднення) та соціального розвитку території СНП (демографічна ситуація, наявність на території села об'єктів і закладів соціальної інфраструктури, соціально-економічні показники – доходи місцевого бюджету, зайнятість населення, транспортне забезпечення та середня площа землекористування селянських господарств). Вхідні дані для оцінки соціального розвитку СНП передбачено брати з первинних форм господарського обліку (форма №1 «Погосподарська книга», форма №2 «Список осіб, що тимчасово проживають на території сільської ради»; форма № 3 «Алфавітна книга домогосподарств») [10].

Довідково-статистичний підхід має свою цінність і логіку, він найбільш плідний, якщо в режимі on-line функціонують потужні автоматизовані бази даних поточного статистичного обліку, об'єднані в єдиний банк, а система управління цим банком дозволяє формувати

інформаційні запити щодо вибору і агрегації цих даних на всіх рівнях статистичного спостереження, починаючи з елементарних територіальних одиниць. Та в Україні до такого рівня інформаційного сервісу ще далеко.

Тому набагато доцільніше орієнтувати періодичні суцільні обстеження сіл на накопичення переважно тих даних, які не містяться у формах державного статистичного обліку, однак необхідні для характеристики соціального середовища життєдіяльності в населених пунктах. Більшу частину такої інформації неможливо отримати інакше, ніж соціологічними методами (експертні опитування, вибіркові опитування населення взагалі та його референтних груп).

3. Новітні потреби соціального конструювання

Як відзначають провідні аналітики (академік НАН України В. Геєць та інші), сьогодні основною проблемою, яка гальмує соціально-економічний розвиток територіальних громад та українського суспільства взагалі є недостатність соціального капіталу [11].

За визначенням відомого американського соціолога Френсіса Фукуями «соціальний капітал – це формальні й неформальні норми або цінності, які роблять можливими колективні дії у групах людей» [12, 13]. Це комплекс цінностей, який мають поділяти всі соціальні групи, щоб між ними утворилася «критична маса» довіри, забезпечуючи можливість взаємодії і об'єднання зусиль.

Світовий банк дав дещо відмінне визначення соціального капіталу – це інститути, відносини і норми, які формують соціальні взаємодії в суспільстві. Тобто не лише норми і цінності, але й інститути, в т. ч. недержавні, які сприяють колективним діям людей.

Ступінь розвиненості соціального капіталу визначає рівень «соціальної згуртованості», який в свою чергу залежить від рівня соціальної інклюзивності (протидії соціальній і культурній дискримінації), майнової диференціації, залучення в соціальну тканину всіх без винятку категорій людей [14]. Тобто питання зміцнення соціальної солідарності (розширеного відтворення соціального капіталу) є, поряд з підвищенням якості (ефективності) управління, ключовим фактором забезпечення розвитку населених пунктів в сучасних умовах.

Звідси випливає нова суспільна потреба, яка в сучасних умовах актуалізує завдання соціальної паспортизації населених пунктів, а саме: оцінка соціального капіталу та моніторинг за самоорганізаційними процесами в територіальних громадах з метою сприяння їхньому розвитку. Йдеться про потребу створення (конструювання) сприятливого для життєдіяльності соціального середовища.

Відповідно, сучасне інформаційно-аналітичне забезпечення має бути адаптоване до вимог такого соціального конструювання. Крім іншого, це потребує подальшої інформатизації процесів розвитку соціальної інфраструктури села, як чинника, що сприяє накопиченню соціального капіталу. Оскільки високий рівень соціального сервісу, якості життя взагалі, забезпечений відповідним рівнем розвитку соціальної інфраструктури, створює умови для зміцнення довіри в суспільстві, для відродження кооперації в територіальних громадах населених пунктів.

Висновки

Аналіз досвіду соціальної паспортизації сільських населених пунктів в Україні дав змогу сформулювати низку рекомендацій на майбутнє:

- предметом оцінки і моделювання має бути життєве середовище населення, в першу чергу соціальне середовище життєдіяльності в населеному пункті;
- соціальна паспортизація обов'язково має переслідувати чітко визначену мету (цільовий підхід), бажано практичну, конструктивну (проблемно-програмний підхід);

– інформаційну основу такої паспортизації має становити незмінна в часі форма обстеження населених пунктів з мінімально можливою кількістю показників (власне соціальний паспорт);

– водночас база даних, створювана на основі паспортизації, має будуватися на засадах відкритої архітектури, тобто передбачати введення додаткових форм обстеження, потрібних для досягнення поставленої мети за умови мінімізації витрат.

Причому соціально ефективним може бути тільки конструктивний (програмно цільовий) підхід. Довідково-статистичний підхід придатний лише для загальної оцінки ситуації, а не для вирішення практичних задач забезпечення сталого розвитку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рогожин Г.Н. Социальное преобразование села – составная часть продовольственной программы // «Строительство и архитектура». – 1983. – №1. – С. 8 – 10.
2. Рогожин Г.М., Возна М.В., Мафтер І.А., Бурячок Я.А. Регіональні особливості розвитку сільських населених пунктів Української РСР // Демографічні дослідження. Випуск 7. – К., «Наукова думка», 1983. – С. 50 – 57.
3. Рогожин Г.Н., Мафтер І.А. Региональный анализ развития социальной инфраструктуры села // Респ. Межвез. Научн. Сб. / УкрНИИПграждансельстрой. – Киев: – 1985. Вып.8: Планировка, застройка и благоустройство сел Украинской ССР. – С. 17 – 21.
4. Рогожин Г.Н., Мафтер І.А., Бурячок Я.А. Целевые программы комплексного социально-культурного переустройства украинского села (Тез. докл. респ. научн.-практ. конф.) // Повышение эффективности использования труда в сельском хозяйстве и социальное развитие села в свете решений майского и ноябрьского 1982 г. Пленумов ЦК КПСС. – Киев, 1983. – с. 9 – 11.
5. Рогожин Г.Н. Методические вопросы учета сельского расселения и развития социальной инфраструктуры села при разработке мероприятий региональных программ. «Труд» – К., 1985. – 23 с. (Препринт / АН УССР. СОПС).
6. Рогожин Г.Н. Принципы создания системы управления социально-культурным переустройством сел региона. / Тез. докл. всесоюзн. научн.-практ. конф. // Проблемы управления социально-территориальным развитием аграрного сектора. – Барнаул, 1987. – С. 45 – 50.
7. Региональное программное планирование. Вопросы теории и практики. Новосибирск: «Наука», 1981. – 289 с.
8. Рогожин Г.Н., Мафтер І.А., Черняховский В.М. Банк данных по селам Украинской ССР: Принципы формирования и использования // Сб. НИИСП Госстроя УССР. – Киев, 1983. – Системы автоматизированного проектирования в проектных организациях Госстроя УССР. – С. 99 – 107.
9. Село: сучасна політика і стратегія розвитку / Л. Шепотько, І. Прокопа, О. Максимюк, С. Гудзинський, В. Плонський. – К., Інститут економіки НАН України, 1997. – 329 с.
10. Соціоекологічне оцінювання сільськогосподарських населених пунктів. Настанова. – Мінагрополітики України. Київ. 2006.
11. Яценко Н., Сколотяний Ю. Інноваційний розвиток: угорський досвід та українські реалії // «Дзеркало тижня» №5 (634) Субота, 10–16 Лютого 2007 р.
12. Що таке соціальний капітал? Київська лекція Френсіса Фукуями // День. – 2006. – 17 жовт. – № 177. – С. 4.
13. Фукуяма Ф. Доверие: социальные добродетели и путь к процветанию. – М.: ООО «Изд-во АСТ»: ЗАО НППП «Ермак», 2004. – 730 с.
14. Рожен О. Перегнати не наздоганяючи // «Дзеркало тижня» №5 (634) Субота, 10–16 лютого 2007 р.

Стаття надійшла до редакції 26.08.2014

Е.Н. ВЕДУТА, В.А. ГАЛАЕВ, Н.Г. ИГНАТЬЕВА

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКОЙ

***Анотація.** У статті розглядаються питання автоматизації управління підприємствами на базі Єдиної комплексної регламентної автоматизованої системи управління будівельним підприємством – Системи SW. Система SW є інноваційним високотехнологічним програмним продуктом, який створено на основі наукових розробок у таких розділах математики, як дослідження операцій і системи управління базами даних, та не має аналогів серед програмних комплексів, що представлені на сьогодні на ринку програмного забезпечення для будівельних організацій.*

***Ключові слова:** система, автоматизація, програмний комплекс, планування.*

***Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы автоматизации управления предприятиями на базе Единой комплексной регламентной автоматизированной системы управления строительным предприятием – Системы SW. Система SW является инновационным высокотехнологичным программным продуктом, созданным на базе научных разработок в таких разделах математики, как исследование операций и системы управления базами данных, и не имеет аналогов среди программных комплексов, представленных на сегодняшний день на рынке программного обеспечения для строительных организаций.*

***Ключевые слова:** система, автоматизация, программный комплекс, планирование.*

***Abstract.** The article deals with questions of automation of business management on the basis of a Single scheduled comprehensive automated management system of construction company – System SW. The SW is an innovative high-tech software product. SW was created on the basis of scientific developments in the areas of mathematics such as operations research and database management systems. It has no analogues among software systems presented today in the software market for construction companies.*

***Keywords:** system, automation, program complex, planning*

Введение

Сегодня, в условиях надвигающегося экономического кризиса, стала совершенно очевидной необходимость радикального изменения подходов к управлению экономикой страны. В настоящее время система государственного управления не адекватна целям и задачам развития национального производства. Многие ведущие российские учёные и предприниматели считают необходимым для выхода из глобального кризиса осуществить переход к Системе стратегического управления национальной экономикой. Для её построения требуется реализация системного подхода.

В этой связи всё большее значение приобретают работы выдающегося советского кибернетика, основоположника Научной школы стратегического планирования доктора экономических наук, профессора, члена-корреспондента Национальной академии наук Беларуси Н.И. Ведуты [1, 2, 3] и продолжателя его исследований доктора экономических наук, профессора кафедры стратегического планирования и экономической политики факультета государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова Е. Н. Ведуты [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Работы Научной школы стратегического планирования, посвящённые созданию экономической киберсистемы на основе принципов динамической модели межотраслевого баланса (МОБ), могут стать фундаментом для создания Системы стратегического

управления национальной экономикой, что существенно повысит эффективность управления и позволит осуществить переход от ручного управления в условиях кризисного развития к киберсистеме для выхода страны на траекторию устойчивого роста.

Нашим коллективом разработана автоматизированная система управления – Система SW, которая является прикладным программно-математическим инструментом, позволяющим в автоматическом или автоматизированном режиме реализовать экономическую кибермодель, предлагаемую Научной школой стратегического планирования для управления государственной экономической системой.

По сути, это будет знаменовать революционный скачок в использовании современных информационных технологий от управления расширяющимся документооборотом с ростом количества управленцев и, как следствие, полной потерей управляемости объекта к эффективному управлению со значительным сокращением бюрократического аппарата.

1. О состоянии дел в автоматизации управления предприятиями

В настоящее время как в государственных структурах, так и на различных предприятиях для организации управленческой деятельности используется методология процессного управления, которая становится основой при построении систем автоматизации предприятия. Так как, с точки зрения процессного подхода, управленческая деятельность представляет собой совокупность отдельно взятых процессов, то для автоматизации каждого из них разрабатываются различные типы программных продуктов. В связи с этим в настоящее время на рынке программного обеспечения (ПО) нет ни одного программного комплекса (ПК), с помощью которого можно было бы автоматизировать в целом всю управленческую деятельность предприятия, и предприятия, например, строительные, вынуждены использовать целый ряд ПК, имеющих в своей основе разные базовые платформы, среди них:

- программные комплексы сметных расчетов;
- системы планирования ресурсов (ERP – Enterprise Resource Planning System);
- системы управления проектами (PMS – Project Management System);
- системы электронного документооборота (СЭД) (EDMS – Electronic Document Management System) и многие другие.

Данные ПК сами по себе не являются системами управления, они не позволяют создать Единое информационное пространство и построить Единую систему управления предприятием, а представляют собой расчётные системы, автоматизирующие отдельные разрозненные участки управленческой деятельности (сметы, ресурсы, сетевые графики и т. д.).

С технической точки зрения для обеспечения обмена данными между различными ПК требуется их интеграция между собой, то есть дополнительная разработка стыковочных интерфейсных программ, при этом разница базовых платформ серьёзно осложняет процесс стыковки и приводит к ошибкам, потерям, дублированию или неадекватной передаче данных, вплоть до полного «падения» информационных систем.

Как правило, такая передача данных является однонаправленной, что исключает наличие обратных связей. Формирование и хранение информации в виде отдельных документов в различных ПК делает невозможным учёт динамических изменений плановых показателей, фактического выполнения и их консолидацию в режиме реального времени, что серьёзно затрудняет её оперативное использование в управленческой деятельности.

Кроме того, исходная информация изначально неоднократно вводится в различные системы, что также является частой причиной ошибок, потерь или дублирования данных.

В этой ситуации на всех предприятиях единственным инструментом для получения консолидированной информации остаётся Excel, именно в нём на практике обычно ведётся весь управленческий учёт. Однако, использование Excel, с точки зрения Системы SW, практически равнозначно работе вручную и полностью исключает управление предприятием

в режиме реального времени, по той причине, что информацию сначала необходимо собрать, затем ввести её в Excel, обработать и только после этого доставить руководству. Подобные временные задержки делают эту информацию устаревшей и неактуальной. Складывается ситуация, когда руководство предприятия уже не имеет возможности не только избежать, но даже хотя бы минимизировать управленческие потери, что в итоге ведёт к «посмертному» учёту и потере прибыли.

Такая хаотичность автоматизации, разрозненность информации и, как результат, отсутствие единого системного решения, являются следствием именно процессного подхода в управлении организацией, модель которого в значительной степени оторвана от технологического процесса производства и не отражает в полной мере динамических изменений собственно объекта управления.

Исходя из процессного подхода, для любого участника процесса управления источником информации и результатом его деятельности является документ, отражающий то или иное состояние процесса. Таким образом, вся управленческая деятельность на предприятии сводится к электронному документообороту. В результате субъект управления с существенной временной задержкой получает большое количество документов, содержащих в разрозненном виде неструктурированную, статичную информацию, как правило, не имеющую ничего общего с реальным положением дел на производстве. Это в итоге также приводит к «посмертному» учёту, когда уже невозможно избежать или хотя бы минимизировать управленческие потери, а значит к потере прибыли.

Сталкиваясь после внедрения с неэффективностью работы своих решений, консалтинговые компании и разработчики ПО стремятся усовершенствовать их, прибегая к так называемой «оптимизации бизнес-процессов», которая заключается в дальнейшей декомпозиции этих процессов. Такая декомпозиция приводит к увеличению количества программных продуктов, автоматизирующих каждый из вновь полученных процессов, а это автоматически влечёт за собой рост количества документов. Для обслуживания этих процессов требуется создание дополнительных структурных подразделений и увеличение количества сотрудников в существующих подразделениях, чтобы справиться со всё нарастающим потоком документов. Складывается ситуация, когда уже не программные продукты и документооборот обеспечивают управленческую деятельность предприятия, а предприятие вынуждено снабжать дополнительной рабочей силой эти процессы.

Серьёзным негативным моментом является то, что сбор управленческой информации происходит не в центрах её возникновения, а транспорт информации в центры принятия управленческих решений (на рабочие места руководства) и центры исполнения управленческих решений не осуществляется в автоматическом режиме. Для работы с этими ПК привлекаются отдельные узкие специалисты-программисты и даже создаются специальные подразделения, которые работают с этой информацией. В результате информация становится недоступной для руководителей компаний и всего управленческого аппарата предприятия в режиме реального времени.

Таким образом, становится понятным, что решить задачу построения системы управления предприятием на базе процессного подхода с использованием нескольких плохо интегрируемых между собой программных продуктов, имеющих в своей основе разные базовые платформы, не представляется возможным. В такой ситуации речь уже не идёт ни о каком эффективном управлении, тем более в режиме реального времени. Для производства это означает: рост затрат на разработку и эксплуатацию ПО, рост затрат на оплату труда, загрузку сотрудников не свойственными им обязанностями (экономист-программист и т. п.), существенное увеличение затрат, связанных с разбалансированностью поставок ресурсов, убытки при превышении количества поставляемых ресурсов, превышение закупочных цен и т.п..

Всё выше изложенное касается как структур государственного управления, так и предприятий произвольного профиля, включая строительные.

2. Единая комплексная регламентная автоматизированная система управления строительным предприятием (ЕКР АСУ СП) Система SW

Система SW (Система) является инновационным высокотехнологичным программным продуктом, созданным на базе научных разработок в таких разделах математики, как исследование операций и системы управления базами данных, и не имеет аналогов среди ПК, представленных на сегодняшний день на рынке ПО. Разработка и постоянное усовершенствование Системы SW ведётся с 1996 года на базе строительной компании.

Система SW – это единственная автоматизированная система управления, которая охватывает все аспекты деятельности строительного предприятия и не нуждается в дополнительной интеграции с другими программными продуктами. В основе решения лежит технологический процесс производства в виде его динамической (план-факт) ресурсной информационной модели, обеспечивающей по ходу осуществления производственного цикла последовательное поступление всей необходимой и достаточной информации для принятия обоснованных и своевременных управленческих решений. Таким образом, получено единое системное решение на базе единой программно-математической платформы, которое, позволило создать реальную Единую систему управления предприятием.

Система позволяет руководству управлять предприятием в режиме реального времени, уйти от системы «посмертного» учёта, своевременно планировать, анализировать план-факт и предупреждать возможные потери прибыли, путём минимизации затрат и ликвидации управленческих потерь. Решение данной задачи обеспечивается работой Единого информационного контура управления Системы, который осуществляет:

1. Автоматизированный сбор всей необходимой и достаточной управленческой информации в центрах её возникновения (непосредственно на рабочих местах инженеров СДО, ПТО, снабжения и т. д.);
2. Автоматическую обработку и структурирование собранной информации;
3. Автоматический транспорт структурированной информации в центры принятия управленческих решений (на рабочие места руководства) и центры исполнения управленческих решений;
4. Автоматическую генерацию необходимых и достаточных отчётов в центрах принятия управленческих решений и центрах исполнения управленческих решений.

Структура Системы SW представлена ниже (рис. 1).

В результате руководство предприятия получает автоматизированную структуру исполнения управленческих решений (прямые информационные связи) и достоверную необходимую и достаточную информацию об объекте управления (строительстве) для принятия своевременных и обоснованных управленческих решений (обратные информационные связи). Эти механизмы позволяют обеспечивать консолидированное планирование, контроль и управление всеми ресурсами, работами и проектами в едином информационном пространстве:

1. Осуществлять предварительный расчёт как нормативной, так и реальной стоимости строительства, определять прогнозные значения для этих величин по периодам выполнения, формировать календарный график работ, в том числе по отдельным статьям затрат – материалы, машины и механизмы, затраты труда;
2. Осуществлять в режиме реального времени непрерывный динамический учёт всех параметров производственной деятельности, анализ отклонений фактических параметров от плановых и корректировку графика работ на всём протяжении процесса производства с целью постоянного поддержания работы предприятия на максимальном уровне эффективности;

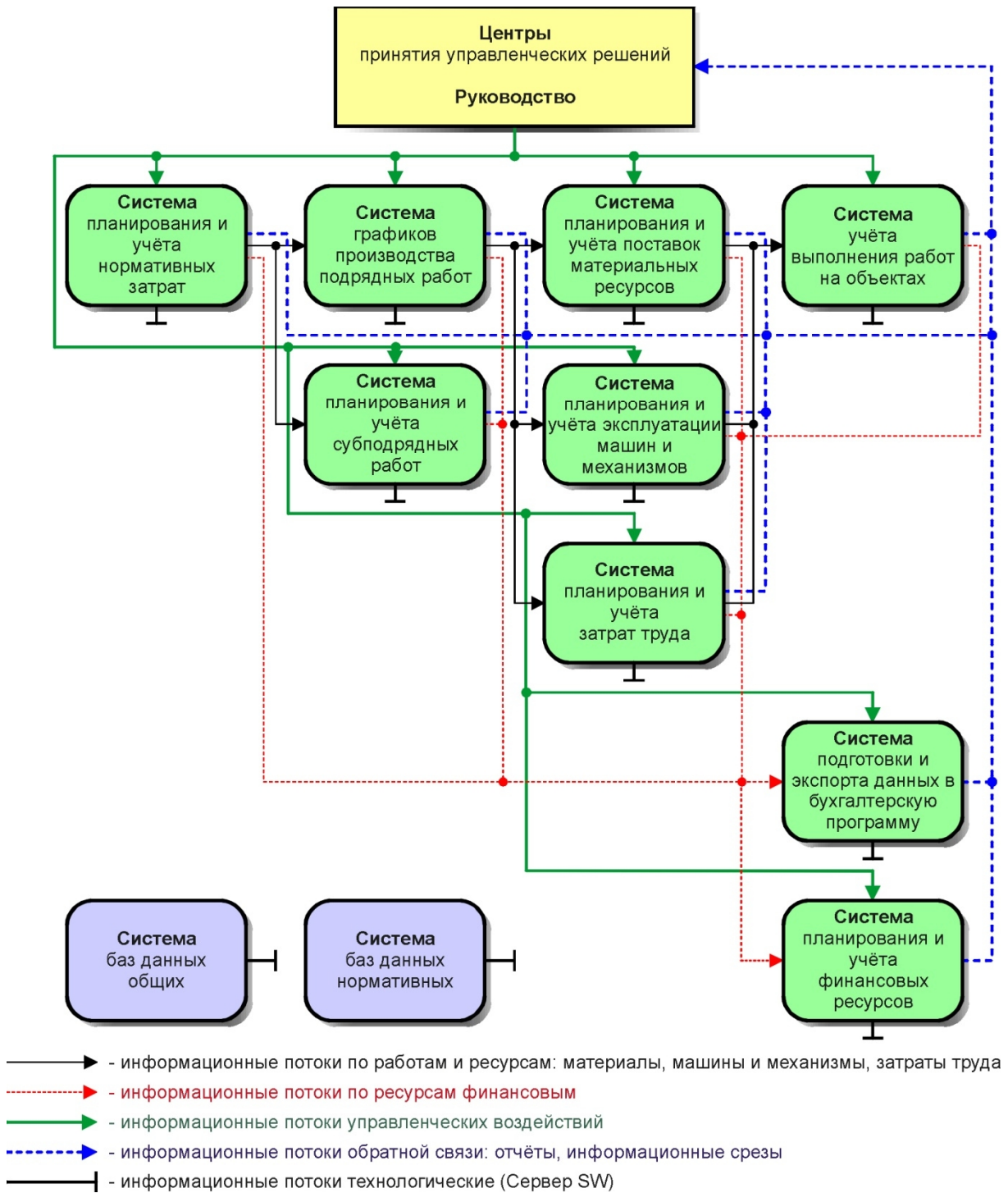


Рисунок 1 – Общая структура Единой комплексной регламентной автоматизированной системы управления строительным предприятием (EKP ACU CP) Системы SW[®]

3. После завершения строительства получать исчерпывающую информацию для проведения итогового сравнительного анализа запланированных и фактических показателей производственной деятельности предприятия и оценки достигнутой экономической эффективности.

Система SW состоит из следующих подсистем:

– Системы планирования и учёта нормативных затрат, включающую в себя программный комплекс сметных расчётов, комплекс расчётов планируемых и фактических нормативных затрат для произвольного количества периодов выполнения (акты КС-2) и комплекс расчётов остатков планируемых и фактических нормативных затрат для каждого

периода выполнения (акты КС-6). Система обеспечивает формирование Единой сметной структуры строительства любого уровня сложности. В Системе на единой платформе создан аппарат формирования цены единицы работы или ресурса;

– Системы планирования и учёта субподрядных работ, включающую в себя программный комплекс сметных расчётов субподрядных работ, комплекс расчётов планируемых и фактических затрат на субподрядные работы для произвольного количества периодов выполнения (акты КС-2) и комплекс расчётов остатков планируемых и фактических затрат на субподрядные работы для каждого периода выполнения (акты КС-6);

– Системы графиков производства подрядных работ;

– Системы планирования и учёта поставок материальных ресурсов;

– Системы планирования и учёта эксплуатации машин и механизмов;

– Системы планирования и учёта затрат труда;

– Системы учёта выполнения работ на объектах;

– Системы подготовки и экспорта данных в бухгалтерскую программу;

– Системы планирования и учёта финансовых ресурсов;

– Системы баз данных общих;

– Системы баз данных нормативных.

Система SW может быть развёрнута на предприятиях произвольного профиля, в том числе производственных и государственных (организация системы ценообразования в строительстве, управление крупными проектами и т.д.).

Выводы

1. С внедрением ИТ в управление экономикой связан революционный скачок перехода от «ручного» к автоматизированному управлению. Однако отсутствие знаний объективных законов развития управляемого объекта обрекает внедрение ИТ в основном для автоматизации документооборота, а не управления реальным сектором экономики. Как правило, такой подход ведет к обратному результату – к росту документооборота и управленческих расходов, усилению хаоса в управлении, что, в конечном счете, ведет к потере управляемости объектом в целом и к росту бюрократизации с коррупцией.

2. Примером истинной автоматизированной системы управления строительным предприятием является система SW, охватывающая все аспекты деятельности строительного предприятия для принятия обоснованных и своевременных управленческих решений.

3. Опыт SW в создании реальной Единой системы управления предприятием доказывает необходимость применения единого системного подхода с единой программно-математической платформой. По этой причине SW не нуждается в дополнительной интеграции с другими программными продуктами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ведута Н.И., Левин И.Б., Лукашевич С.И. Экономика механизации управленческого труда М.: Экономика, 1968. – 149 с.

2. Ведута Н.И. Экономическая кибернетика. Очерки по вопросам теории. Минск: Наука и техника, 1971. – 318 с.

3. Ведута Н.И. Социально эффективная экономика / Под общей редакцией доктора экономических наук Ведута Е.Н. М.: Издательство РЭА, 1999. – 254 с.

4. Ведута Е.Н. Прямая и двойственная модели межотраслевого баланса. В кн.: Всесоюзный семинар «Анализ экономико-математических методов планирования и управления народным хозяйством и взаимодействие АСУ различных уровней». Тезисы докладов. М.: ВНИИПОУ, 1978.

5. Ведута Е. Н. Распределение фонда единовременных затрат в модели межотраслевого баланса. В кн.: Системный анализ и вопросы совершенствования управления капитальным строительством: Научные труды. Выпуск 146. М.: МИУ, 1979.

6. Ведута Е.Н. Социально-экономические предпосылки развития метода межотраслевого баланса. В кн.: Тезисы докладов Всесоюзного межотраслевого семинара «Проблемы создания общегосударственной автоматизированной системы сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством». М.: ВНИИПОУ, 1980.

7. Ведута Е.Н. Динамическая модель согласования межотраслевого баланса с расчетами эффективного распределения ресурсов единовременных затрат между его отраслями. В кн.: Экспериментальная реализация системы моделей оптимального перспективного планирования. М.: ЦЭМИ, 1980.

8. Ведута Е.Н. Использование в диалоговом режиме модели межотраслевого баланса для ликвидации диспропорций между спросом и предложением. В кн.: Методы решения задач оперативного управления в АСУ отраслевого и межведомственного уровней: Сборник тезисов докладов. М.: ВНИИПОУ, 1980.

9. Ведута Е.Н. Государственные экономические стратегии. М.: Российская экономическая академия, 1998.

10. Ведута Е.Н. Эффективное управление экономикой в условиях гражданского общества. Обозреватель, 2007, № 7.

11. Ведута Е.Н. Стратегия и экономическая политика государства: Учебное пособие». Серия «Высшее образование: Бакалавриат» М.: ИНФРА-М, 2014. – 320 с.

Стаття надійшла до редакції 08.11.2014

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОГЕННОЮ БЕЗПЕКОЮ ПРИ ЇХ АДАПТАЦІЇ

***Анотація.** У статті представлений аналіз можливостей щодо забезпечення життєздатності інформаційних технологій управління техногенною безпекою при їх адаптації до умов реального часу. Наведена спрощена модель такої життєздатної системи. Розглянута можливість застосування методу Дж. Зойтендейка до створення алгоритмів адаптації інформаційних технологій управління. Зроблені висновки з окресленням подальших напрямів дослідження означеної теми.*

***Ключові слова:** життєздатна система, апроксимація, фактор, підхід, обмеження.*

***Аннотация.** В статье представлен анализ возможностей в отношении обеспечения жизнеспособности информационных технологий управления техногенной безопасностью при их адаптации к условиям реального времени. Представлена упрощенная модель такой жизнеспособной системы. Рассмотрена возможность применения метода Дж. Зойтендейка для создания алгоритмов адаптации информационных технологий управления. Сделаны выводы с представлением дальнейших направлений исследования данной темы.*

***Ключевые слова:** жизнеспособная система, аппроксимация, фактор, подход, ограничение.*

***Abstract.** The analysis of opportunities for maintenance VSM for information technologies is submitted in the article. It is necessary for adaptation at change of conditions of real time. The VSM-model of such viable system is submitted. The opportunity of application of a method G. Zoutendijk for creation of algorithms of adaptation of information technologies of management technogenic by safety is considered.*

The conclusions with the indication of the further directions of research are made.

***Keywords:** VSM, approximation, factor, approach, restriction.*

Вступ

Проведення військових заходів у Луганській і Донецькій областях у 2014 році показало обмеженість існуючих алгоритмів рятувальних дій служб цивільного захисту та систем підтримки прийняття рішень (СППР) із забезпечення порятунку населення в умовах техногенних катастроф. Проблема полягає в тому, що традиційно при виникненні будь-якої аварії чи катастрофи, за допомогою засобів обчислювальної техніки лише вирішуються оптимізаційні задачі визначення необхідних транспортних засобів, прокладання оптимальних маршрутів руху спецтранспорту до місця виникнення аварії, визначення необхідної кількості ресурсів, будуються графіки використання транспортних засобів, у разі масштабних аварій розробляються прогнози розповсюдження небезпеки, розраховуються економічні збитки та ін. При цьому головна увага приділяється дослідженню впливу людського чинника на виникнення надзвичайної ситуації чи аварії. Всі ці задачі розглядаються в межах якогось визначеного відрізка часу із встановленими умовами обмежень ресурсів та заданими параметрами розвитку ситуацій.

Події останніх місяців на Сході України показали вади такого підходу для реалізації задач порятунку населення в умовах виникнення техногенних катастроф. Україна має величезний комплекс підприємств, які пов'язані з виробництвом, переробкою та зберіганням сильнодіючих отруйних, вибухонебезпечних і вогненебезпечних речовин. Луганська і

Донецька області являють собою зони з надзвичайно високим ступенем ризику техногенної небезпеки, бо кількість небезпечних підприємств на цих територіях перевищувала загальну кількість потенційно небезпечних та небезпечних об'єктів ряду розвинутих європейських країн. Проте у підсумку невтішні новини, пов'язані з результатами проведення військових операцій. Так, Лисичанський нафтопереробний завод горів два дні після обстрілу з важкої артилерії, бо заводська пожежна частина була розграбована, а міські рятувальні команди хоч і прибули на місце катастрофи, не мали відповідної інформації та точного плану дій щодо роботи в умовах, що склалися. Така ж негативна інформація по Донецькому казенному хімічному заводу: постійні потрапляння снарядів та мін на територію заводу викликають вибухи та пожежі на складах небезпечних речовин, в Інтернеті та у пресі виникає інформація щодо загрози для розташованого поряд із заводом могильника радіаційних відходів, а обмеженість інформації та подія, що непередбачена жодними планами щодо ліквідації надзвичайних ситуацій, примушують рятувальників ліквідувати лише окремі осередки небезпеки.

Метою статті є аналіз можливостей щодо забезпечення життєздатності інформаційних технологій управління техногенною безпекою при їх адаптації до умов реального часу, що склався на момент застосування цих технологій.

Для реалізації поставленої мети вирішуються наступні завдання:

– обґрунтовується використання терміну «життєздатність» та його відміна від «живучості», як функції розвитку інформаційної технології у часі в залежності від змін ситуації та базових факторів, що визначають цю ситуацію;

– пропонується застосування підходу кусочно-поліноміальної апроксимації однозначних функцій з використанням методу можливих напрямів Дж. Зойтендейка з метою опису більш складних об'єктів менш складними для отримання загальної картини надзвичайної ситуації та застосування алгоритмів СППР, розроблених для інших, менш складних задач.

Слід зазначити, що питання живучості в інформаційних технологіях та складних інформаційно-обчислювальних системах досліджували Глушков В.М., Руденко Б.Н., Теслер Г.С., Черкесов Г.Н., життєздатності систем – Бір Ст., а питанням моделювання за допомогою апроксимації функцій поліномами активно досліджувалися Василенко В.О., Дзядиком В.К., Поповим Б.О., Люком Ю. та іншими українськими і зарубіжними вченими.

Проте сформульовані у цій роботі задачі розглядаються вперше.

1. Проблематика дослідження

Термін «живучість» є широко відомим і застосовуваним розробниками обчислювальної техніки та інформаційних технологій ще з 60-х років минулого століття. У 80-і роки живучість технічних систем стала самостійною наукою з розвинутим понятійним апаратом. Так, у обчислювальних системах під терміном «живучість» розуміли відсутність втрат будь-якої задачі (функції) через відмову елементів [1]. З вдосконаленням засобів обчислення виникла необхідність забезпечення живучості програм та алгоритмів, у зв'язку з чим було запропоноване поняття гарантоздатності, як здатність системи або технології функціонувати правильно, достовірно і стабільно без огляду на існуючі зовнішні та внутрішні збурення [2]. Як один з елементів цього терміну, туди увійшло і поняття живучості. При цьому зазначається, що, наприклад, сучасна інформаційна система повинна мати властивості захисту і життєздатності, а це може забезпечити лише реалізація біологозоологічного підходу з представленням цієї системи, як кібернетичної [2].

Першу модель життєздатної системи, засновану на біологозоологічному підході запропонував в 70-і роки ХХ ст. англійський кібернетик Стаффорд Бір [3]. Теоретико-методологічні основи моделей Ст. Біра в подальшому були розвинуті його учнями відповідно до специфіки тих галузей, де вони працювали. Проте математичний апарат цих моделей і досі залишається мало розвинутим, хоча всі процеси, фактори впливу та

трансформація інформації від входу до виходу з системи були описані Ст. Біром дуже ретельно. Сам Ст. Бір в деяких своїх роботах [3, 4] зазначав, що його труди призначені для практичного виконавця, тож не потребують над ускладнень та надмірного математичного апарату, що може стати на заваді у практичному застосуванні.

Проте будь-яку проблему, особливо пов'язану з побудовою життєздатної інформаційної технології, не можна вирішити без математичного означення та представлення у вигляді конкретних математичних моделей. Основи такого підходу закладені в багатьох роботах академіка В.М. Глушкова, зокрема, неодноразово підкреслюється, що основою програмування є математичне забезпечення [5] і до цього незмінно веде математизація знань [6].

Сучасні доробки вчених не оминають питань живучості інформаційних систем та інформаційних технологій. Велика увага приділяється пошуку стійких до перешкод (робастних) алгоритмів. Проте здебільшого ці дослідження живучості зводяться до вирішення детермінованих мережевих та комбінаторно-графових задач, де вивчаються різноманітні зв'язки без аналізу розвитку у часі [7], що, у підсумку, ускладнює породження необхідних алгоритмів для конкретного застосування та створення нових інформаційних технологій для СППР.

У цьому ракурсі є важливим застосування апроксимації при вирішенні наукових та прикладних задач. Розвиток обчислювальної техніки дає можливість використання різноманітних методів апроксимації функцій, у тому числі тих, що у своїй основі мають складні багатокрокові обчислення, які здатні адаптуватися до внутрішніх і зовнішніх умов застосування. Потреба у алгоритмах, які утримують у собі такі методи, постійно збільшується. Проте алгоритмічний базис, що застосовується у більшості сучасних алгоритмів, утворений множиною конкуруючих алгоритмів. Це призводить до мінливості, нестійкості програм, що абстрагує розуміння життєздатності інформаційних технологій від їх конкретної практичної реалізації.

Підхід кусочно-поліноміальної апроксимації однозначних функцій з використанням методу можливих напрямів Г. Зойтендейка не зустрічається у класичному апараті вирішення задач наближеного представлення функцій. У 60–70 роки ХХ сторіччя, коли активно проводилися дослідження апроксимації функцій, цей метод був занадто важкий для обробки на обчислювальних машинах того часу. Тоді основна увага приділялася теорії поліноміальних і дрібно-раціональних наближень П.Л. Чебишева, С.Н. Бернштейна [9, 10], а для апроксимації функцій з кінцевою незначною гладкістю були введені сплайни [11, 12].

Важливість застосування підходу кусочно-поліноміальної апроксимації однозначних функцій з використанням методу можливих напрямів Дж. Зойтендейка [8] базується на застосування математичних і обчислювальних аспектів лінійного, квадратичного та опуклого програмування. Власне метод можливих напрямів дозволяє вирішувати ітераційними методами задачі максимізації увігнутої функції на опуклій множині, при цьому відбувається перехід від можливого неоптимального рішення до нового можливого рішення з більшим значенням функції, що оптимізується. Окрім цього, обраний метод дозволяє визначати довжину кроку, що дозволяє здійснювати оптимальний добір кроків визначеної довжини для досягнення оптимальної адаптації алгоритму до умов задач, що вирішуються СППР. А це є надважливим для вирішення задач з опису змін стану системи при забезпечення техногенної безпеки.

2. Математичне представлення життєздатності інформаційної технології управління техногенною безпекою

Життєздатну систему характеризує можливість адаптування до умов мінливого середовища [3]. Проте, на відміну від постулатів про життєздатну систему Ст. Біра, будь-яка система, створена людиною, має на меті не забезпечення самовиживання за будь-яку ціну, а виконання функцій, покладених на неї розробником. Спираючись на таку точку зору,

життєздатність інформаційної технології управління техногенною безпекою буде представляти собою методи та засоби, що об'єднані в технологічний ланцюг для забезпечення збору, зберігання, обробки, виводу і розповсюдження інформації відповідно до умов зміни середовища для забезпечення виживання людини та живих організмів у разі виникнення небезпеки.

У практичному застосуванні це буде означати, що інформаційна технологія забезпечуватиме процедури обробки інформації щодо роботи деякої досліджуваної системи S на конкретний час t та прогнозування розвитку цієї системи на час Δt , тобто, на якусь найближчу перспективу.

Функціонування складної системи характеризується описом ситуацій, які показують стан системи, наприклад, S_1, S_2, \dots, S_n , де кожен стан S_n заданий конкретними показниками процесів функціонування системи (Y_n, X_n, U_n), впливом зовнішнього середовища та факторів ризику Ξ_k :

$$S_n = \{(Y_n \in Y) \wedge (X_n \in X) \wedge (U_n \in U) \wedge (\Xi_n \in \Xi)\}, \quad (1)$$

де значення показника в момент часу $T_n \in T^\pm$ визначають, як відомо [13], відношення:

$$\begin{aligned} Y_s &= \hat{Y}[T_s]; X_s = \hat{X}[T_s]; U_s = \hat{U}[T_s]; \Xi_s = \hat{\Xi}[T_s]; \\ T_s &= \{t_s | t_s > t_{s-1}\}; T_s \in T^\pm; T^\pm = \{t^- \leq t \leq t^+\} \\ Y &= (Y_i | i = \overline{1, m}); X = (X_j | j = \overline{1, n}); \\ U &= (U_q | q = \overline{1, Q}); \Xi = (\Xi_p | p = \overline{1, P}), \end{aligned} \quad (2)$$

де Y – множина зовнішніх параметрів Y_i , яка утримує всі показники якісного функціонування системи, у тому числі – безпечного функціонування;

X – множина внутрішніх параметрів X_j , до складу якої входять конструктивні, технологічні та інші показники;

U – множина керуючих параметрів U_q ;

Ξ – множина параметрів зовнішнього впливу Ξ_p та факторів ризику з деякою вірогідністю P ;

$\hat{Y}[T_s], \hat{X}[T_s], \hat{U}[T_s], \hat{\Xi}[T_s]$ – множина значень відповідних параметрів в час T_s ;

T^\pm – заданий або прогнозований період функціонування системи.

Будь-яка складна система у своєму функціонуванні досягає деякого інтервалу невпевненості. Заданий інтервал – інтервал реального часу, основні параметри якого нам відомі. Прогнозований період – інтервал невпевненості, параметри якого можуть бути невідомі зовсім, або сумнівні. Враховуючи це, життєздатність системи можна представити як функцію часу (та інформації, що входить), тобто, представити життєздатність як задачу моделювання вірогідності розвитку ситуації в часі.

Вирішуючи часткові задачі обробки кожного з видів інформації $J_k(S, t)$, $k = 1, \dots, r$ на проміжку часу $[t_1, t_2]$, інформацію, що обробляється, можна представити у наступному вигляді:

$$J(S, t) = \|i(S_l, t)\|_{l=1}^p, \quad (3)$$

де $i(S_l, t)$ – інформація, що отримана від джерела інформації S_l , $l = 1, \dots, p$.

Приймаємо, що джерело поставляє інформацію безперервно. У цьому випадку можна вважати, що система S життєздатна в момент часу t , за умови, що всі джерела інформації S_l , l

$= 1, \dots, p$ надають інформацію, що знаходиться в деякій області O_l . У випадку наявності хоча б одного джерела інформації S_l^i , інформація від якого виходить за межі припустимої області, можна казати про загрозу життєздатності системи.

Аналізуючи такий підхід у тривимірній системі координат, можна зазначити наступне: нехай припустима область змін показників джерела інформації S_l представлена сферою O_l з центром у деякій точці M_l . Приймаємо, що радіус цієї сфери дорівнює R_l . Якщо в деякий момент часу t' інформація, яка надається джерелом S_l , буде відповідати центру інформаційної сфери O_l , то вірогідність P_l життєздатності системи S згідно джерела інформації S_l буде оцінена, як 1. Наближення інформаційних даних до межі інформаційної області O_l буде означати зменшення вірогідності життєздатності системи S . На самій межі припустимої області цю вірогідність приймаємо за 0. Час t_l^0 , за який $P(S_l, t) = 0$ назовемо критичним за джерелом S_l . Якщо взяти до уваги всю сукупність джерел інформації про роботу системи S , то:

$$t_{kp} = \min(t_1^0, t_2^0, \dots, t_p^0). \quad (4)$$

На основі запису (4) можна визначити вірогідність настання критичного стану системи S :

$$P(S, t) = \min(P_1(S, t), P_2(S, t), \dots, P_p(S, t)). \quad (5)$$

Вираз (5) підтверджує формулу (3) і дозволяє представити співвідношення (1) як спрощену модель життєздатної інформаційної системи:

$$S_n = \{((Y_n \in Y) \wedge (X_n \in X) \wedge (U_n \in U) \wedge (\Xi_n \in \Xi)) \cap (T_n + \Delta T \in T)\}, \quad (6)$$

як можливості задовільно виконувати всі закладені в систему функції у будь-якій точці часового інтервалу до досягнення критичного стану системи.

Найбільш природнім засобом звуження невизначеності часового інтервалу є поділ його на декілька частин з наступним обчисленням значень цільової функції у вузлах сітки. У даному випадку пропонується розбивати часовий інтервал за методом «золотого перетину», тобто, обробляти та представляти для прийняття рішень значну частину інформації про поточний стан подій та інформацію з найбільш вірогідним прогнозом розвитку ситуації (у співвідношенні 0,618 : 0,382), що дозволить в сукупності отримати вірогідність забезпечення життєздатності інформаційної системи (для реалізації мети щодо забезпечення техногенної безпеки) згідно джерела інформації близькою до 1.

3. Кусочно-поліноміальна апроксимація з використанням методу Дж. Зойтендейка

Припустимо, що потрібно розглянути деякий напрям розвитку системи, тобто, вектору розвитку S з відповідною гладкістю P , обмеженнями j та з довжиною інтервала апроксимації d . Пошук вектору $S=(S_1, \dots, S_k)$ зводиться до знаходження наступного рішення задачі математичного програмування:

$$\sum_{i=1}^k d_j S_j \rightarrow \max, \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^k P_{ij} S_j \leq 0 \quad (8)$$

$$(i = \overline{1, P_1}).$$

Як правило, приєднується ще одне обмеження, наприклад, наступне:

$$\sum_{j=1}^k S_j^2 \leq 1. \quad (9)$$

Можливі і інші обмеження в залежності від керуючих впливів на систему, тобто, можливі і інші умови нормалізації. Кожна з нормалізацій матиме свої особливості. Так, (9), наприклад, веде до збільшення обсягів розрахунків за кожною з ітерацій, проте кількість ітерацій буде меншою у порівнянні з випадком, коли б вираз був менше або дорівнював -1.

Задача (7) – (9) є задачею з одним квадратичним обмеженням. Для її вирішення можна застосувати методи квадратичного програмування, з попереднім представленням двоїстої задачі до наведених. В монографії Дж. Зойтендейка [8] запропонований один з підходів до рішення подібної задачі, який базується на основах теорії двоїстості та використовує прямий алгоритм двоїстого симплекс-методу.

Для знаходження рішення за допомогою обчислювальної техніки проводяться додаткові перетворення, в результаті чого утворюється похибка. Тому рішення насправді знаходиться в межах деякого інтервалу. Задача полягає в тому, щоб уникнути похибки або зробити її максимально малою. Саме тому головна увага повинна бути приділена пошуку початкового рішення та дотримання відповідності щодо обмежень. Тобто в підсумку, вирішуючи задачу методом можливих напрямів, буде отримане найкраще наближення поліномом деякої заданої функції розвитку системи на визначеному відрізку. Далі задача полягає у розбитті відрізку на під інтервали, які б задовольняли за точністю. Для цього може бути розглянута задача побудови полінома найкращої апроксимації з пониженням ступеня. У разі існування обмеження на ступінь, проводиться збільшення ступеня на 1 до результату, що задовольняє за точністю. За правилом, кроки при апроксимації повинні зменшуватися наполовину, але зменшення кроків можна провести і за правилом «золотого перетину», тоді помилка, за попередніми розрахунками, наближається до нуля. Особливо це важливо у тому випадку, коли система, що аналізується, розвивається у часі не динамічно, а переривчасто або з різною швидкістю. Тоді кожен крок відповідатиме якомусь інтервалу часу.

Перевірка первинних розрахунків буде отримана після написання алгоритму програми проведення обчислень на персональному комп'ютері за наведеними положеннями.

Висновки

Безпека функціонування промислових комплексів залежить від багатьох факторів як роботи підприємства, так і від наявності актуальної інформації щодо функціонування об'єкта на конкретний момент часу і прогнозу на найближчу перспективу.

Критична ситуація, що виникла у теперішній час навколо промислових об'єктів Східної України, вимагає застосування поняття техногенно небезпечної території. Ще у 2008–2012 роках до потенційно небезпечної території були віднесені райони Луганської області в межах трикутника Северодонецьк-Лисичанськ-Рубіжне та Горлівсько-Снаківську агломерацію Донецької області. У зазначених регіонах виділяють декілька найбільш небезпечних об'єктів: ПрАТ «Северодонецьке об'єднання Азот», Лисичанське ПрАТ «Лінік», ВАТ «Лисичанський завод гумових технічних виробів», Рубіжанське ВАТ «Краситель», Рубіжанський казенний хімічний завод «Зоря», Державне підприємство

«Горлівський хімічний завод», Горлівське ПАТ «Концерн Стирол». І зараз ці території перейшли до статусу небезпечних територій – постійні обстріли небезпечних об'єктів, руйнація сховищ небезпечних речовин та могильників, відключення від електрики і водопостачання від небезпечних підприємств на тривалі терміни, руйнування господарських зв'язків щодо постачання та своєчасного вивезення небезпечних речовин, сировини і матеріалів, призводять до виникнення аварій, які виходять за межі, передбачені планами ліквідації аварійних ситуацій, картками подій та алгоритмами дій рятувальних підрозділів.

В роботі розглянуто підхід до можливої реалізації життєздатності інформаційних технологій управління техногенною безпекою при їх адаптації до умов реального часу, що склався на момент застосування цих технологій. Зокрема, запропоновано:

1) математичне представлення життєздатності інформаційної технології управління техногенною безпекою, що дозволить приділяти більше уваги розвитку системи, що аналізується, в часі та дослідження залежності у часі керуючих впливів та ресурсів, що постійно змінюються під впливом зовнішнього і внутрішнього середовища системи;

2) застосування кусочно-поліноміальної апроксимації з використанням методу Дж. Зойтендейка для дослідження вектора розвитку системи з метою отримання найменшої похибки при побудові моделі поведінки системи на заданому відрізку як у реальному часі, так і у перспективі з дотриманням відповідності щодо обмежень функціонування системи.

Все зазначене може бути використане для адаптації існуючих алгоритмів СППР із забезпечення техногенної безпеки до кризових умов середовища, що виникають на деяких техногенно навантажених територіях України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Руденко Б.Н., Ушаков И.Н. Надежность систем энергетики. – М.: Наука, 1986. – 52 с.
2. Теслер Г.С. Концепция построения гарантоспособных вычислительных систем / Г.С. Теслер // Математичні машини і системи. – 2006. – №1. – С. 134 – 145.
3. Бир Ст. Мозг фирмы / Бир Ст. – М.: Либроком, 2009. – 416 с.
4. Бир Ст. Кибернетика и управление производством / Бир Ст.; пер. с англ. В.Я. Алтаева. – М.: Наука, 1963. – 276 с.
5. Глушков В.М., Барабанов А.А., Калиниченко Л.А., Михновский С.Д., Рабинович З.Л. Вычислительные машины с развитыми системами интерпретации. – К.: Наукова думка, 1970. – 262 с.
6. Глушков В.М. Кибернетика. Вопросы теории и практики. – М.: Наука, 1986. – 488 с.
7. Громов Ю.Ю. Синтез и анализ живучести сетевых систем : монография / Ю.Ю. Громов, В.О. Драчев, К.А. Набатов, О.Г. Иванова. – М. : «Издательство Машиностроение-1», 2007. – 152 с.
8. Зойтендейк Г. Методы возможных направлений. – М.: Издательство Иностранной литературы, 1963. – 178 с.
9. Дзядик В.К. Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами. – М.: Наука, 1977. – 512 с.
10. Люк Ю. Специальные математические функции и их аппроксимации. – М.: Мир, 1980. – 608 с.
11. Василенко В.А. Сплайн-функции: теория, алгоритмы, программы. – Новосибирск: Наука, 1983. – 218 с.
12. Попов Б.А. Равномерное приближение сплайнами. – К.: Наук. думка, 1989. – 272 с.
13. Згуровський М.З. Системний аналіз. Проблеми, методологія застосування / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. – К.: «Наукова думка», 2011. – 728 с.

Стаття надійшла до редакції 09.10.2014

В.І. ЗАЦЕРКОВНИЙ

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В ЗАДАЧАХ ЕФЕКТИВНОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

***Анотація.** Проведено обґрунтування необхідності впровадження геоінформаційних технологій (ГІТ) для задач ефективного землекористування. Наведено причини неефективного землекористування. Проаналізовано можливості використання геоінформаційних систем (ГІС) як одного з найбільш перспективних напрямків підвищення ефективності землекористування. Представлена функціональна схема АгроГІС, яка дає змогу використовувати складні багатовимірні й багатокритеріальні моделі при дослідженні процесів землекористування та оцінці негативних наслідків антропогенного впливу.*

***Ключові слова:** геоінформаційні системи (ГІС), геоінформаційні технології (ГІТ), землекористування.*

***Аннотация.** Осуществлено обоснование необходимости внедрения геоинформационных технологий для решения задач эффективного землепользования. Наведены причины неэффективного землепользования. Проанализированы возможности использования геоинформационных систем (ГИС), как одного из наиболее перспективных направлений повышения эффективности землепользования. Представлена функциональная схема АгроГИС, которая дает возможность использовать сложные многомерные и многокритериальные модели при исследовании процессов землепользования и оценки негативных последствий антропогенного воздействия.*

***Ключевые слова:** геоинформационные системы (ГИС), геоинформационные технологии (ГИТ), землепользование.*

***Abstract.** The substantiation study was conducted to justify the necessity of introduction of geo-information technologies (GIT) for effective land use tasks. The reasons of ineffective land use are demonstrated. The opportunities of geo-information system (GIS) use as one of the most promising direction to increase land use efficiency were analyzed. The ArgoGIS functional scheme is presented; this system provide an opportunity to use complicated multi-factor and multi-criteria models for land use processes exploration and for evaluation of negative influence of anthropogenic impact.*

***Key words:** geoinformation system (GIS), geoinformation technologies (GIT), land use.*

Вступ

На всіх етапах розвитку людського суспільства земельні ресурси виступали і виступають основним засобом виробництва сільськогосподарської продукції. Сьогодні площі земельних угідь у світі є обмеженими, і втрата кожного гектару приносить збиток суспільству. Разом з тим антропогенне навантаження на земельні ресурси щорічно зростає у зв'язку зі зростанням чисельності населення і збільшенням технічної оснащеності виробництва, що призводить до погіршення їх екологічного стану.

В Україні 82% земель використовуються як головний засіб виробництва в сільському та лісовому господарстві. Зокрема, в сільськогосподарське (с/г) виробництво залучено 71,2 % території. У складі сільгоспугідь – 44,6 % орних земель. Під інші невикористані потреби і внутрішньогосподарське будівництво, зайнято 5–7% загальної площі продуктивних земель. За ступенем розораності Україна займає одне з перших місць не тільки в Європі, але й у світі [1]. Разом з тим внутрішньогалузеве використання земельної території в аграрно-промисловому комплексі (АПК) має екстенсивний характер. Основна база землеробства розміщується на чорноземах і ґрунтах чорноземного типу – 70,4 % площі орних земель.

Інтенсивний розвиток с/г в останні десятиліття призвів до масової деградації земель. Значною мірою даному процесу сприяє розвиток вітрової та водної ерозії ґрунтів, що в першу чергу пов'язано із великою розораністю території. В Україні водної та вітрової ерозії зазнали понад 14,9 млн. га с/г угідь (35,2 % їх загальної площі). Виникли серйозні проблеми з поповненням біоенергетичного потенціалу ґрунтів.

Сумарні втрати гумусу через мінералізацію (окисну деструкцію) та ерозію ґрунтів щорічно складають 32–33 млн. тонн, що еквівалентно 320–330 млн тонн органічних добрив, а еколого-економічні збитки через ерозію перевищують 9,1 млрд. грн [2].

Проблема ефективності використання земельних ресурсів дедалі все більше ускладнюється у зв'язку зі зростаючою комплексністю її характеру. Особливо це стосується таких аспектів як технологічний, економічний, соціальний та екологічний. Сьогодні рівень використання земель в Україні став настільки критичним, що подальша деградація потенціалу земельних ресурсів у с/г може мати катастрофічні наслідки [2].

Директивним проведенням земельної реформи в Україні, орієнтованої на перехід до ринкових відносин, були створені основи нового земельного порядку, проте призвели до порушення структури земельних угідь, послаблення конкурентоспроможності землекористування. При проведенні земельної реформи в силу різних обставин не враховувались багато чинників, що впливають на ефективність використання землі. Як наслідок, – спрощений механізм формування земельних ділянок, неврегульованість відношень власності і оподаткування, відсутності ефективного системи управління земельними ресурсами і врешті-решт – не створений повний кадастр земель [3].

Наведене свідчить про особливу актуальність питань підвищення ефективності використання і відтворення продуктивного потенціалу с/г земель.

В умовах сучасного динамічного розвитку суспільства, ускладнення технічної та соціальної інфраструктури, інформація стає стратегічним ресурсом, що визначає ефективне землекористування. На цій інформації ґрунтуються всі продуктивні управлінські рішення й дії. Сучасні інформаційні технології, зокрема геоінформаційні, системи GPS і дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) стали важливим чинником і засобом підвищення ефективності землекористування.

Аерокосмічні засоби дозволяють отримувати високоякісну інформацію і скорочувати час її актуалізації до декількох годин. Висока інформативність спостережень зі штучних супутників Землі (ШСЗ) дає можливість швидко і об'єктивно оцінювати запаси швидко змінюваних ресурсів (запаси снігу, рослину масу пасовищ тощо), стан посівів, лісових угідь, виникнення і розвиток загрозливих природних явищ (повені, підтоплення, лісові пожежі, буревії, циклони тощо) і надзвичайних ситуацій, забруднення природного середовища тощо. Це дозволяє своєчасно вживати заходів з раціонального використання природних ресурсів і запобігати збиткам від стихійних лих і екологічних катастроф [3].

1. Проблематика дослідження

Питанням впровадження ГІС і систем ДЗЗ для розв'язку задач ефективного землекористування значна увага приділена в працях Балюка С.А., Булигіна С.Ю., Готиняна В.С., Довгого С.О., Кобця М.І., Красовського Г.Я., Куссуль Н.М., Лялько В.І., Медведева В.В., Морозова В.В., Ромащенко М.І., Савіна І.Ю., Станкевича С.А., Тараріко О.Г., Трофимчука О.М., Ушкаренко В.О., Шевченка А., Якимчука В.Г. та ін.

Серед учених, праці яких присвячені землекористуванню, соціально-економічним проблемам оптимізації відтворення і охорони земельних ресурсів та ефективності їх використання можна відзначити Беседіна М.О., Борщевського П.П., Благодатного В.І., Гайдуцького П.І., Гуцуляка Г.Д., Добряка Д.С., Лукінова І.І., Макаренка П.М., Мармуль Л.О., Месель-Веселяка В.Я., Новаковського Л.Я., Саблука П.Т., Федорова М.М., Чорного С.Г., Юрчишина В.В. та інших.

Результати їх досліджень охоплюють багато аспектів зазначеної проблеми. Однак динаміка змін ситуації в агропромисловому комплексі України, вимоги, зумовлені новим земельним законодавством, трансформація економічних відносин, загострення соціальної та еколого-економічної ситуації вимагає проведення постійних досліджень з метою вироблення основних напрямків і заходів подальшої реалізації процесу вдосконалення земельних відносин та приведення їх у відповідність з цими змінами.

Метою дослідження є оцінка можливості підвищення ефективності землекористування за рахунок інтеграції технологій ГІС і ДЗЗ, як одного з найбільш перспективних напрямків підвищення ефективності управління сільськогосподарським виробництвом, оскільки саме ці технології дають можливість одержувати актуальну, адекватну, доступну і наочну інформацію, а завдяки наявному інструментарію, отримувати нові знання.

2. Задача ефективного використання землі і її вирішення

Головною метою землекористування є забезпечення ефективного і раціонального використання земель суспільства шляхом регулювання земельних відносин, застосування способів організації і використання земельних ресурсів. Ефективне використання і охорона земельних ресурсів пов'язані з відродженням нашої країни, яке визначається оптимальним поєднанням використання і охорони земельних ресурсів, балансом між вирішенням соціально-економічних проблем і збереженням землі. Це зобов'язує державу до сталого розвитку землекористування на найвищому сучасному рівні, із застосуванням досягнень світової науки і новітніх технологій в галузі землекористування.

Особливу актуальність набувають ці питання в умовах ринкової трансформації, коли законодавчо закріплюються різні форми власності на землю. Протягом багатьох десятиріч років землекористування в Україні носило економічно неприродний, часом руйнівний характер. Для повнішого висвітлення поставленої проблеми, пізнання закономірностей та особливостей розвитку землекористування доцільно зауважити, що абсолютна державна власність на землю спричинила відмежування від екологічних пріоритетів в землекористуванні. Позиція держави була такою, ніби екологічних проблем не існує. Сьогодні стало очевидним, що методи управління земельними ресурсами, які склалися в умовах панування державної власності на землю і продовжують використовуватися й донині, не відповідають сучасним вимогам ринкової економіки, не задовольняють потреби суб'єктів господарювання на землі.

Задача ефективного використання землі належним чином не виконується через відсутність достовірної інформації про її стан і використання. В сучасних умовах прогресивно зростаюче антропогенне навантаження на земельні ресурси і істотні зміни структури землекористування вимагають створення і негайного проведення системи спостереження і контролю за використанням і станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, попередження й усунення наслідків негативних процесів, що відбуваються в країні. Отримати таку інформацію можна шляхом створення і функціонування постійно діючої системи державного моніторингу за станом земель на базі ГІТ.

У період 1992–2001 рр. в Україні на державному рівні були прийняті закони і постанови про ведення окремих державних кадастрів, зокрема, земельного, лісового, водного, містобудівного, родовищ і проявів корисних копалин, природних територій курортів, природних лікувальних ресурсів, територій та об'єктів ПЗФ, тваринного світу регіональних кадастрів природних ресурсів тощо. В кожному із зазначених кадастрів використовується інформація з державного земельного кадастру (ДЗК), який виступає основою для ведення кадастрів інших природних ресурсів.

Основним призначенням ДЗК є «...забезпечення необхідною інформацією органів державної влади та органів місцевого самоврядування, зацікавлених підприємств, установ і організацій, а також громадян з метою регулювання земельних відносин, раціонального

використання та охорони земель, визначення розміру плати за землю і цінності земель у складі природних ресурсів, контролю за використанням і охороною земель, економічного та екологічного обґрунтування бізнес-планів та проектів землеустрою» [5].

Однак реалії створення ДЗК свідчать, що ці та інші положення відносно земельного кадастру залишаються на сьогодні поки що деклараціями. Не можна також стверджувати, що таке розмаїття "державних кадастрів" сприяло впровадженню в Україні кадастрової системи, яка б задовольняла вимогам ринкової економіки та ринку земель і відповідала практиці й принципам кадастру у країнах Європейського Союзу.

Кадастрова діяльність в Україні проводиться при недостатній співпраці різних відомств і, найчастіше, без конкуренції між різними інституціями в питаннях кадастру та, як наслідок, без координації і без загальноприйнятої на національному рівні чітко визначеної концепції розвитку кадастру у нових економічних та соціальних умовах.

Галузеві кадастри розрізнені організаційно й функціонально. Рівень і форми фінансового, нормативного, методичного, інформаційного і технологічного забезпечення галузевих кадастрів дуже різняться. Це призвело до одночасної дії різних відомчих «мандатів» (постанов, галузевих нормативних документів, відомчих наказів, тимчасових вказівок, методик тощо) у ході збирання, реєстрації і використання інформації у різних кадастрових системах.

На парламентських слуханнях 23.03.2011 р. було зазначено, що земельні відносини в Україні регулюють 37 законів (до яких внесено 86 змін, у т.ч. до Земельного кодексу – 48, Закону про оренду землі – 22), 64 постанови Верховної ради, 178 указів Президента, 84 постанови Уряду та 758 відомчих нормативних актів. Загалом – понад 1100 нормативно-правових актів. Як результат – дублювання інформації, відсутність єдиної координатної та цифрової топографічної основи, неузгодженість відомостей і класифікаторів, збільшення витрат на інформатизацію при зниженні якості інформації, а зрештою, до фактичної відсутності комплексних рішень та інтегрованих інформаційних кадастрових систем в Україні [5].

Неналежне організаційне забезпечення кадастрової і реєстраційної діяльності (не забезпечується повнота відомостей про всі земельні ділянки, не застосовано єдину систему просторових координат і систему ідентифікації земельних ділянок, не запроваджено єдину систему земельно-кадастрової інформації та її достовірності) є, з одного боку, похідною від неповноти, непослідовності та суперечливості чинної нормативно-правової бази, з іншого – відчутно впливає на процес її формування.

Зазвичай, результати кадастрових знімань не передаються і не накопичуються в підприємствах Державної служби геодезії картографії і кадастру або в органах архітектури. Значні обсяги топографо-геодезичних робіт виявилися паралельними. Відомчий підхід у кадастрових зніманнях, за суттю справи, розірвав єдиний топографічний простір, що обумовив відхід у минуле, на рівень 40-х років ХХ ст. у справі ведення єдиної топографічної основи [6].

Через наведені вище обставини сьогодні Україна не має ні єдиної системи установ, що формують банк відомостей про нерухомість (у тому числі земельні ділянки), ні єдиної системи установ, що реєструють права на нерухоме майно. Нинішня кадастрово-реєстраційна мережа в Україні є фрагментарною: в той чи інший спосіб до різних аспектів нинішньої реєстраційної діяльності причетні місцеві ради та їх виконавчі комітети, органи Держкомзему (зокрема, адміністратор державного реєстру земель – ДП «Центр ДЗК»), обласні, міжміські, міські та районні БТІ, представництва та регіональні відділення Фонду державного майна, органи Мін'юсту (зокрема, адміністратор реєстрів – ДП «Інформаційний центр Міністерства юстиції України» та державні нотаріальні контори), а також – приватні нотаріуси. З одного боку, ці структури дублюють функції одна однієї, з іншого, вони послуговуються різними методиками і процедурами, що фактично унеможлиблює поєднання різних відомостей в єдину базу даних.

Існуюча двокомпонентна (дуальна) кадастрово-реєстраційна система не є безспірною і найкращою для України. Такий стан організації кадастрової діяльності в Україні не дозволяє сконцентрувати фінансування для використання сучасних джерел кадастрової інформації у вигляді космічних знімків, передових технологій їх обробки та забезпечення доступу до них усіх суб'єктів кадастрової діяльності на рівні сучасних інформаційних технологій [6].

На сучасному етапі агрохімічний моніторинг проводить Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів з мережею державних проектно-технологічних центрів охорони родючості ґрунтів і якості продукції Автономної Республіки Крим і областей. Обласні центри забезпечені необхідним лабораторним обладнанням, приладами та кваліфікованими кадрами, що дає змогу їм контролювати стан родючості ґрунтів, надавати рекомендації щодо зниження деградаційних процесів та негативної дії токсикантів.

Агрохімічна паспортизація орних земель згідно законодавства повинна проводитись раз у 5 років, сіножатей, пасовищ і багаторічних насаджень – через кожні 5–10 років, а також на бажання землевласника, землекористувача, при зміні власника земель сільськогосподарського призначення.

Дані агрохімічної паспортизації земельних ділянок надаються у вигляді агрохімічного паспорту, форму та порядок ведення якого встановлює Міністерство аграрної політики України.

Аналіз виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств за останні роки свідчить, що проведена реорганізація господарств не призвела до зростання загальної ефективності виробництва. Більше того, і не могла призвести, оскільки не була підкріплена відповідним макроекономічним розвитком, здійснювалась при диспаритеті цін (ціни на засоби виробництва зростали майже у п'ять разів швидше, чим ціни на продукцію сільського господарства). Зупинити втрату родючих земель дозволить перехід на еколого-врівноважене сільськогосподарське землекористування.

Серед причин неефективного сільськогосподарського землекористування треба відзначити низький рівень життя, побуту, культури на селі, слабкість матеріальної бази агропромислового комплексу, відсталість інфраструктури.

Одним із пріоритетних наукових досліджень у сфері землекористування є розробка нормативно-правових документів щодо створення автоматизованої кадастрово-реєстраційної системи, підготовка науково-методичних основ виконання земельно-кадастрових зйомок з використанням GPS і ДЗЗ, які б забезпечували її відповідною інформацією, та обґрунтування застосування ГІС при обробці даних для ДЗК взагалі і ефективного землекористування зокрема.

Сьогодні ГІС виступають незамінним засобом дослідження задач, пов'язаних з просторово-розподіленою інформацією, включаючи введення і збереження вихідної інформації, ефективну обробку просторових даних, візуальний і геостатистичний аналіз, а також підготовку різного роду вихідних картографічних й інших документів [6].

Задачі ефективного землекористування вимагають застосування сучасних методів і інформаційних технологій підтримки прийняття рішень (СППР). Такі системи ґрунтуються на ефективному використанні ГІС для аналізу і подання просторових даних, а також методів підтримки прийняття рішень, включаючи методи багатокритеріального аналізу рішень.

Застосування сучасних ГІТ, перехід на автоматизоване ведення земельного кадастру забезпечать можливість побудови ефективної національної системи управління землекористуванням, створення автоматизованих СППР у цій галузі, сприятиме формуванню в Україні ефективних систем регіональних ГІС, використовуючи їх не тільки з метою управління земельними ресурсами, але й для вирішення задач просторового розвитку регіонів.

Функціональна схема АгроГІС для задач оцінки ефективності землекористування представлена на рис. 1.

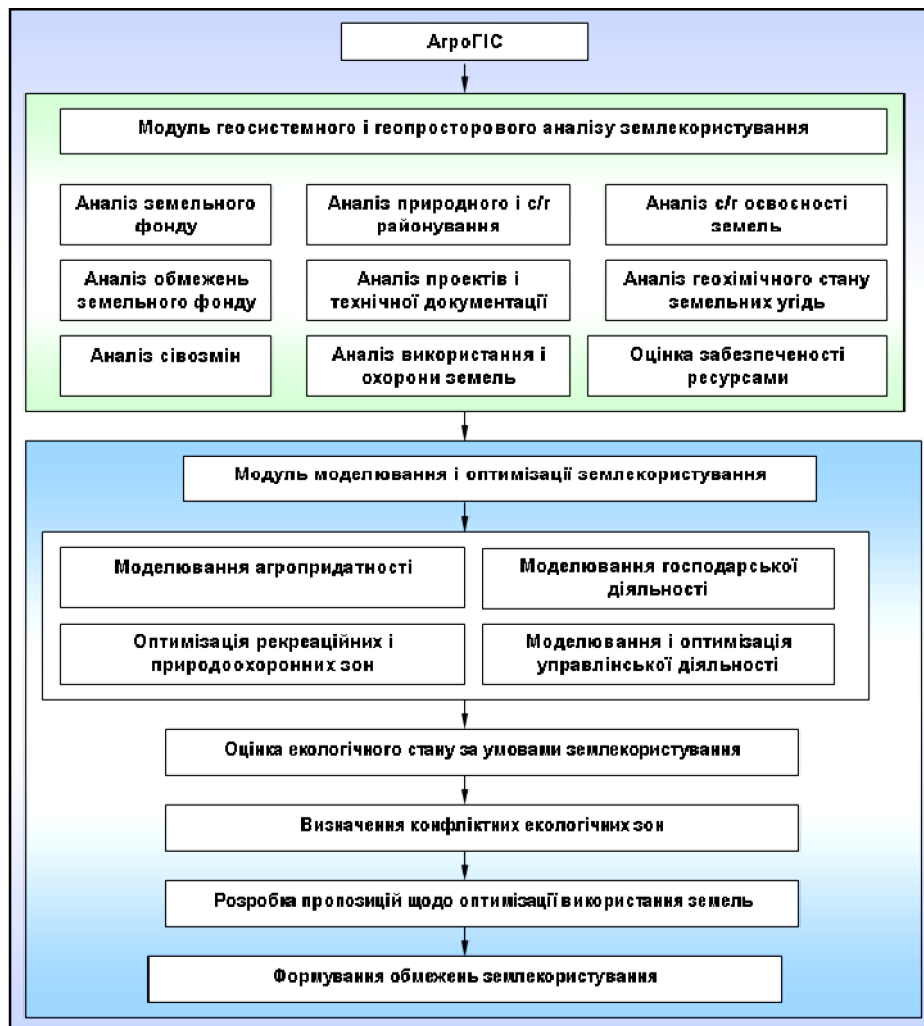


Рисунок 1 – Функціональна схема застосування ГІС для оцінки ефективності землекористування

Слід зазначити, що порівнюючи продуктивність праці наших і закордонних селян, не потрібно забувати, що у фермерів Заходу комплексно механізовані всі технологічні процеси в рослинництві і тваринництві, а в Україні механізовані тільки фрагменти цих процесів.

В агропромисловому комплексі країни частка ручної праці на сьогодні перевищує 70 %, звідси і його низька продуктивність. Фондо- і енергоозброєність сільського працівника в декілька разів раз нижча, чим працівника в промисловості, хоча в розвинених країнах світу фермер оснащений в 1,5–2 рази краще, чим працівник промисловості. Слабкість матеріальної бази сільського господарства, низька якість і ненадійність засобів виробництва, рівень життя, побуту, відсталість інфраструктури хронічно стримують темпи і масштаби ефективного землекористування.

3. Інформаційні технології дослідження земель сільськогосподарського призначення

Одним з головних шляхів підвищення ефективності землекористування повинно стати вивчення потенціалу земель сільськогосподарського призначення і інших категорій з одночасним внутрішнім структурним перерозподілом кожної категорії земель та врахуванням регіональної специфіки.

Задачі планування землекористування, пошук «оптимального» (компромісного) розташування різного роду підприємств або поселень, а також різноманітні задачі управління навколишнім середовищем вимагають використання не тільки (стандартних)

засобів ГІТ для обробки і подання просторових даних, а й методів і засобів багатокритеріального аналізу рішень для всебічної оцінки безлічі альтернатив.

Картограма сучасного стану ґрунтів, створена за допомогою програмного забезпечення ArcGIS представлена на рис. 2.

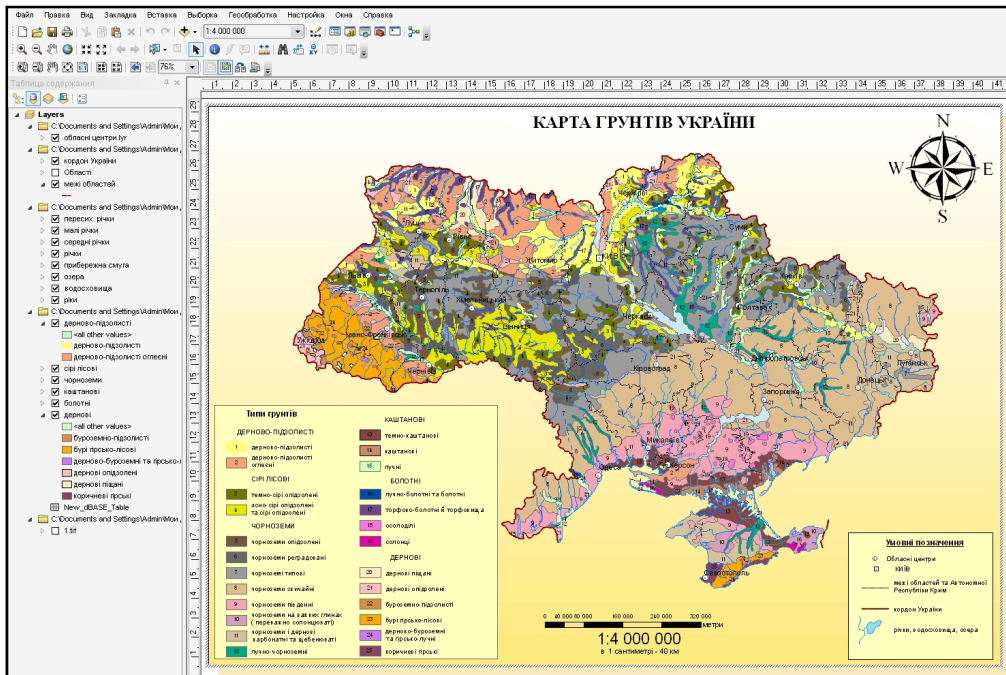


Рисунок 2 – Карта ґрунтів України

На рис. 3, як приклад, представлена створена за допомогою програмного забезпечення ArcGIS цифрова карта стійкості ґрунтів України до забруднення відходами промислових підприємств, тваринницьких комплексів, ферм, мінеральними і органічними добривами, пестицидами.

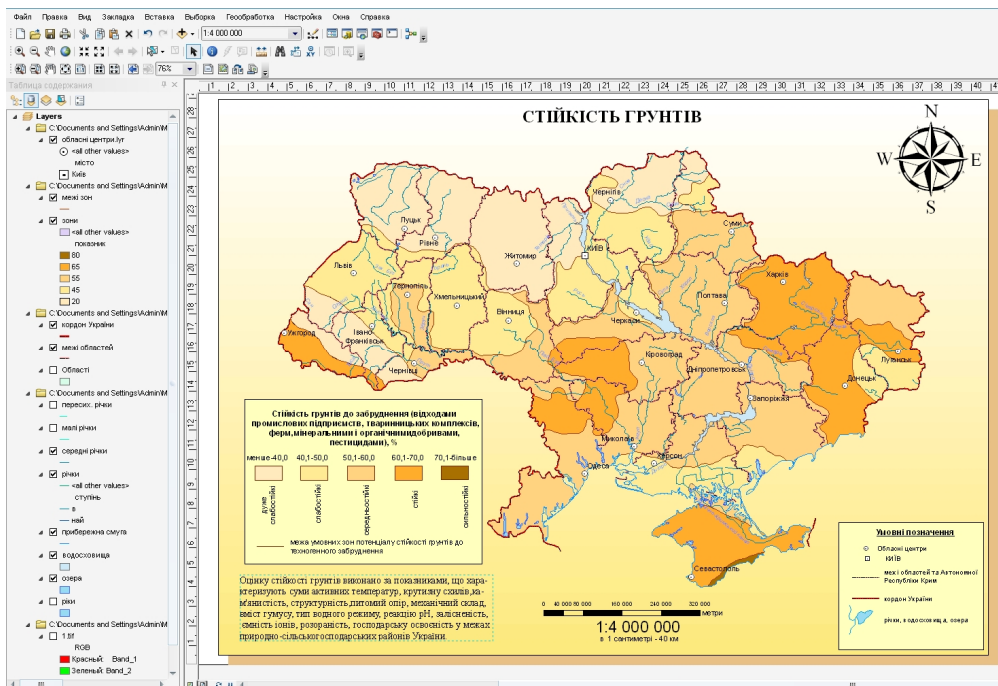
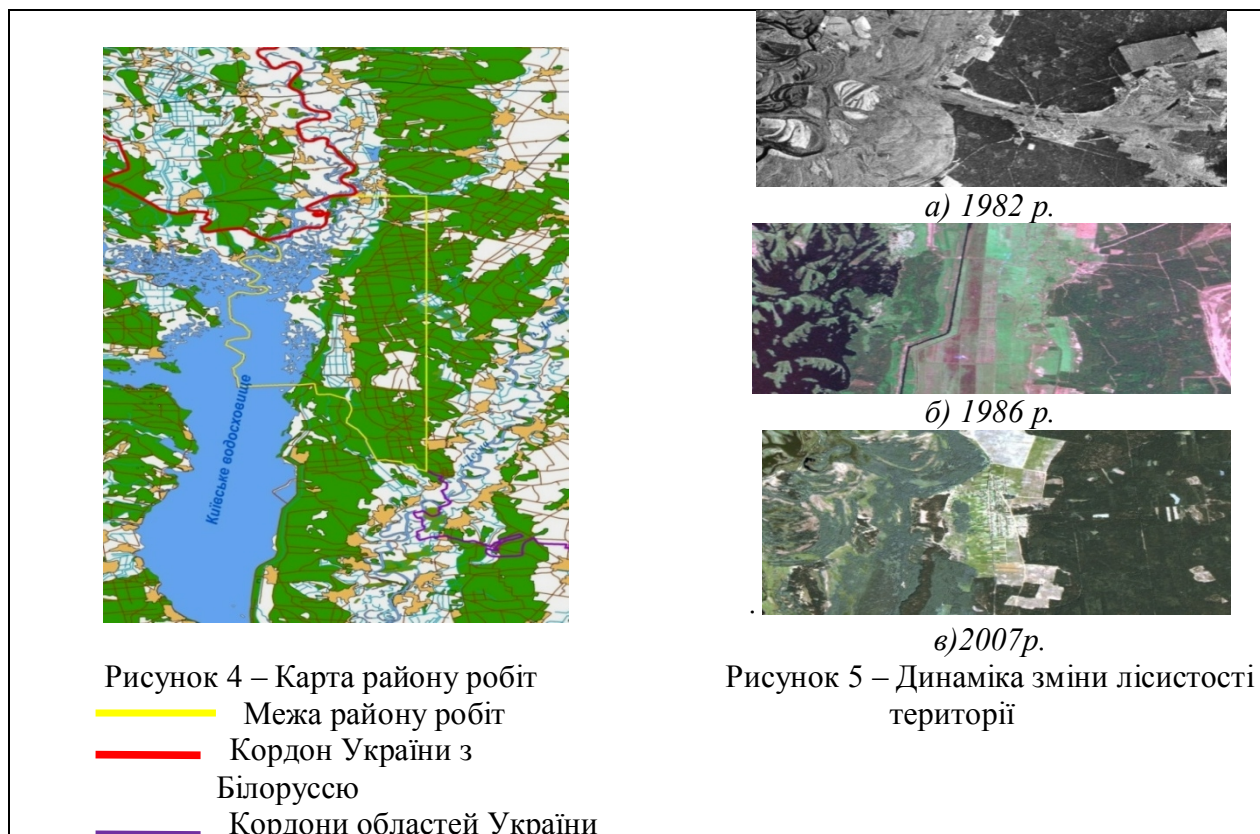


Рисунок 3 – Карта стійкості ґрунтів України до забруднення

Створювана база геоданих дозволить забезпечити можливість просторового оверлея тематичних шарів (їх прив'язки в обраній системі координат), вивчати особливості вертикальної структури ґрунтів, оцінювати вплив різних чинників на ґрунтоутворення, поширеність тих або інших ґрунтів у ландшафтах, врахувати вплив окремих геокомпонентів на господарську діяльність при прийнятті конкретних управлінських рішень тощо.

Для демонстрації можливостей даних ДЗЗ та ГІС при моніторингу змін довкілля на рис. 5 за даними [8] представлена динаміка змін лісистості за 25 років (1982–2007) південно-західної частини Козелецького району Чернігівської області (рис. 4), площею 618 км² (61800 га), що становить 23% всієї площі району або 2% площі області. Були використані космічні знімки КФА-1000 за 1982–1986 рр. та КА ALOS за 2007 рік (рис.5).



Пропозиції щодо оптимізації землекористування можна виконувати за допомогою порівняння його сучасного стану з «оптимальними» моделями, побудованими в результаті оцінки агропридатності земель, побудованої за допомогою ГІС.

Висновки

Основним принципом земельного законодавства має бути визнаний пріоритет охорони земель, як найважливішого компонента навколишнього середовища і головного засобу виробництва у сільському господарстві.

Власники та користувачі земельних ділянок сільськогосподарського призначення зобов'язані здійснювати виробництво сільськогосподарської продукції способами, які забезпечують відновлення родючості земель сільськогосподарського призначення, методами, що виключають або обмежують негативний вплив такої діяльності на довкілля; дотримуватись стандартів, норм, нормативів, правил і регламентів проведення агротехнічних, агрохімічних, меліоративних, фітосанітарних та протиерозійних заходів.

До основних завдань, вирішенню яких має сприяти створення ГІС, належать [1, 4]:
– підготовка та підтримка в актуальному стані планово-картографічних матеріалів;

- управління оборотом та використанням земельних ресурсів, контроль за діяльністю землевпорядних підприємств;
- планування забудови, контроль за дотриманням правил містобудування;
- створення реєстру об'єктів нерухомості;
- управління комунальним господарством територій;
- керування територіальним дорожнім господарством;
- оцінка, зонування та планування економічного розвитку територій.

Просторовий підхід, що забезпечується у ГІС, дає змогу використовувати складні багатовимірні й багатокритеріальні моделі при дослідженні процесів землекористування та оцінці негативних наслідків антропогенного впливу.

Сучасний стан розвитку суспільства потребує сучасних підходів щодо збору, зберігання, аналізу та прогнозу стану об'єктів і явищ навколишнього середовища і природних ресурсів, що може бути забезпечено сучасним підходом на геоінформаційній основі для розв'язку поставлених задач.

При реформуванні земельних відносин та швидких темпів перерозподілу форм власності на землю і нераціональне використання земельних ресурсів за останні роки, геоінформаційні технології повинні стати основою формування національної інформаційної системи земельних ресурсів, як ефективного засобу отримання оперативної просторово-координованої інформації щодо функціонального призначення та належності земельних ресурсів, їх системного аналізу та прогнозу еколого-економічної ефективності і доцільності їх використання.

Широке використання інформаційних систем та підходів забезпечує оперативну обробку та передачу інформації про стан довкілля та природних ресурсів, що є актуальним для прийняття державно-управлінських рішень в галузі земельних ресурсів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Зацерковний В.І. Аналіз можливості підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва при застосуванні ГІТ у задачах управління/ В.І. Зацерковний, С.В. Кривоберець // Вісник ЧДТУ – Серія «Технічні науки». № 3(67). Чернігів.: ЧДТУ, 2013. – С. 174 – 183.
2. Данилишин Б. Зеркало недели. Україна. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://gazeta.zn.ua/ECONOMICS/zemelnaya_politika_v_ukraine_cho_den_gryaduschiy_nam_gotovit.html.
3. Лялько В.И. Аэрокосмические методы в геоэкологии. / Лялько В.И. Вульфсон Л.Д., Жарый В.Ю. [и др.] – К.: Наукова думка. – 1992. – 206 с.
4. Сучасні напрями економічного забезпечення раціонального природокористування в Україні / [за наук. ред. акад. НААН України, д.е.н., проф. М.А. Хвесика, д.г.-м.н., проф. С.О. Лизуна; Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України»]. – К.: ДУ ІЕПСР НАН України, 2013. – 64 с.
5. Закон України. Про Державний земельний кадастр. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [/http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3613-17](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3613-17).
6. Кадастрово-реєстраційна система в Україні: нинішній стан і перспективи розвитку. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://razumkov.org.ua/ukr/files/category_journal/NSD124_ukr_1.pdf
7. Бурачек В.Г. Геоінформаційний аналіз просторових даних / В.Г. Бурачек, О.О. Железняк, В.І. Зацерковний. – Ніжин: ТОВ Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011. – 440 с.
8. Готинян В.С. Оцінка змін стану довкілля з використанням даних ДЗЗ та ГІС-технологій/ Готинян В.С., Комолятова А.Д., Добридень Л.Д. // Можливості сучасних ГІС/ДЗЗ у сприянні вирішення проблем Чернігівщини. Матеріали наради. Чернігів, 2008. – С. 44 – 45.

Стаття надійшла до редакції 19.09.2014

МАТЕМАТИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 519.246.8

В. КОТЮРА, А. КРАЈКА

THE ANALYSIS OF WIG20 STOCK INDEX IN R: A CASE STUDY

Анотація. У представлені роботі коротко наведені методи аналізу часових рядів. Ці методи дозволяють розробити різноманітні моделі часових рядів (розкладання, ARIMA, метод Фур'є, експонентне згладжування та GARCH). Точність отриманих моделей можна перевірити за допомогою нев'язок (невеликі відхилення, стаціонарні, корелювання та некорелювання) або шляхом верифікації прогнозів (це не представлено у даному дописі). Також не розглядаються багато методів інтелектуального аналізу даних, які можуть бути застосовані до фондового індексу часових рядів, наприклад, нейронні мережі та генетичні алгоритми.

Ключові слова: R мова, біржове котирування, WIG 20, Фур'є-аналіз, ARIMA, GARCH, CENSUS.

Аннотация. В данной работе коротко представлены методы анализа временных рядов. Эти методы позволяют разработать различные модели временных рядов (разложение, ARIMA, метод Фурье, сглаживание по экспоненте и GARCH). Точность полученных моделей можно проверить с помощью невязок (небольшие отклонения, стационарные, коррелированные и некоррелированные) или путем верификации прогнозов (что не будет здесь представлено). Мы опускаем также множество методов интеллектуального анализа данных, которые могут быть применены к фондовому индексу временных рядов, такие как нейронные сети и генетические алгоритмы.

Ключевые слова: R язык, биржевые котировки, WIG20, Фурье-анализ, ARIMA, GARCH, CENSUS.

Abstract. In this short note we would like to show the basic methods of analyzing time series. This methods leads us to the different models of time series (decomposition, ARIMA, Fourier techniques, exponentially smoothing and GARCH). The correctness of the models obtained may be verified by behavior of residuals (small variance, stationary, uncorrelated, normally distributes) or by verifying the predictions. This second method not will be discussed here. We omit the lot of data mining methods, which may be applied to the stock index time series, such as neural networks and genetic algorithms.

Keywords: R language, stock quotes, WIG20, Fourier analysis, ARIMA, GARCH, CENSUS.

Introduction

Having been invited to the first number of Mathematical Modeling in the Economy journal we would like to present the classical basic sequence of proceeding with time series taken from Polish WIG20 stock index. The observation was taken from the server BOŚ: ftp.bossa.pl. We work with quotations running every 30 minutes which are given in ASCII file. We present here the decomposition on trend and seasonal term ([3]), the ARIMA model ([1, 15]), Fourier transformation

techniques ([16, 17]), exponential smoothing techniques ([11, 8, 10, 9]) and GARCH models ([7, 4])

We investigate these data using the R language environment, a widely used free environment for statistical and data mining analysis. We think, that the R environment is the best tool for statistical and data mining modeling process. R is available from the url: <http://cran.r-project.org>. The installation procedure is intuitive and easy.

There are different methods to prepare data for use in R, but the easiest one is to prepare data in a spreadsheet in Excel, save this spreadsheet as CSV-file (cf. Table 1) and import by the following command `read.csv("D:/wig20_m30.csv", header=T, dec=",", sep=";")`.

Table 1 – Data taken to analysis

DATE	TIME	OPEN	HIGH	LOW	CLOSE
20001117	103000	1614	1623	1614	1623
20001117	110000	1623	1627	1623	1624
20001117	113000	1624	1628	1622	1628
20001117	120000	1628	1631	1624	1624
20001117	123000	1624	1630	1624	1629
20001117	130000	1629	1634	1629	1633

In the R language we import the required libraries, show the direction with data ("D:/Data"), import a CSV format file "wig20_m30.csv" and transform this OPEN column into time series object (library ts). The frequency 3555 was taken from computations of the average number of observations in every year.

Listing 1 – Introduction

```
library(quadprog)
library(zoo)
library(tseries)
library(forecast)
library(FinTS)
library(fGarch)
library(e1071)
library(nortest)
library(MASS)
setwd("D:/Data")
dane<-read.table("wig20_30.csv", sep = ";", header = T)
dd <- ts(dane$OPEN, start=1, freq=3555)
```

1. Data transformation

It is known, that operations of logarithm on time series and differentiations (we replace the given series $\{x_k, k \geq 1\}$ on $\{\log(x_k) - \log(x_{k-1}), k \geq 1\}$ putting $x_0 = 1$, eliminate autocorrelations and nonstationarity of wide class time series. Here and in what follows $\log(x) = \log_e(x)$ denotes the natural logarithm of x .

Another method of elimination of autocorrelations is Box-Cox transformation $\{f_\lambda(x_k), k \geq 1\}$ where function f is defined by

$$f_\lambda(x) = \begin{cases} \frac{x^\lambda - 1}{\lambda}, & \text{if } \lambda > 0, \\ \log(x), & \text{if } \lambda = 0. \end{cases}$$

The following fragment of R-code (Listing 2) presents, how we should choose λ in the Box-Cox transformation and how we should evaluate the degree of differentiations.

Listing 2 – Data transformation

```

par(mfcol = c(2,1))
boxcox(dd~time(dd))
boxcox(dd~time(dd), lambda=seq(-0.1, 0.5, 0.01))
lambda<-0.2

adf.test(dd, alternative="stationary")$p.value
kpss.test(dd)
adf.test(log(dd), alternative="stationary")$p.value
kpss.test(log(dd))
adf.test(diff(log(dd), differences=1), altern="stationary")$p.value
kpss.test(diff(log(dd), difference=1))
dif1<-diff(log(dd), differences=1)

dif2<-(dd^lambda-1)/lambda
adf.test(dif2, alternative="stationary")$p.value
kpss.test(dif2)
adf.test(log(dif2), alternative="stationary")$p.value
kpss.test(log(dif2))
adf.test(diff(log(dif2), differences=1), altern="stationary")$p.value
kpss.test(diff(dif2, differences=1))
dif2<-diff(log(dif2), differences=1)
    
```

Analyzing the graph of functions, in order to find maximum, we see that $\lambda = 0.2$ is the good choice for our time series (cf. Figure 1).

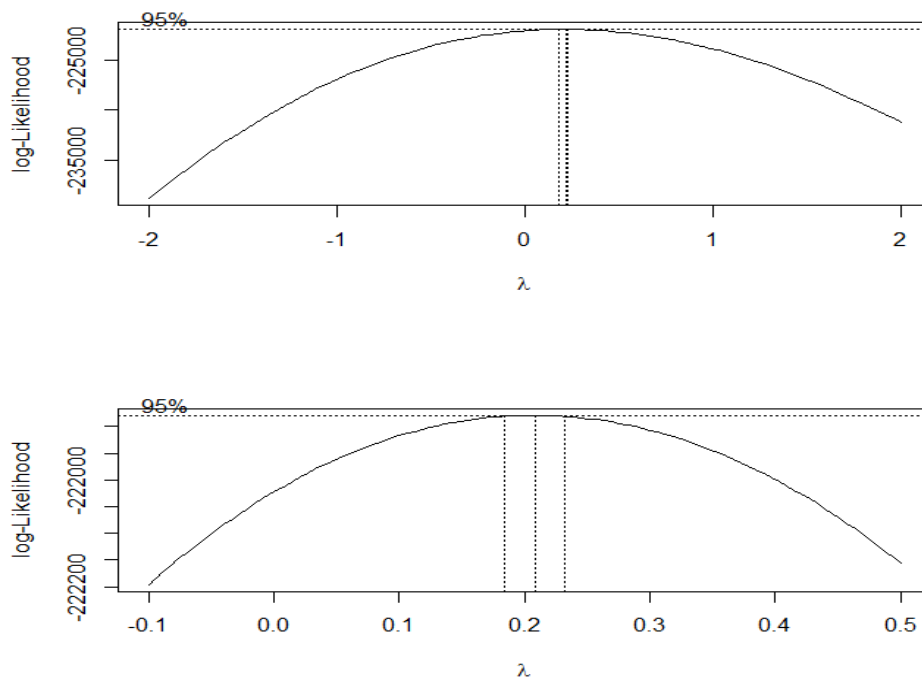


Figure 1 – Searching λ for Box-Cox transformation

For the differentiation purpose we use two statistics:

- Augmented Dickey-Fuller (ADF) is a test for a unit root in a time series sample (H_0 - the series has unit root),
- Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) test for the evaluation stationarity (H_0 - the series is nonstationary).

Taken the significance level $\alpha = 0.05$ we accept the hypothesis that time series is stationary and time series has not unit root, when computed p in ADF test is less than α and in KPSS test is greater than α . We accept such transformation. The sequential values of ADF and KPSS tests are presented in Table 2.

Table 2 – The result of ADF and KPSS tests

Transformation	ADF	KPSS
dd	0.7201	0.01
log(dd)	0.7058	0.01
diff(log(dd), difference=1)	0.01	0.1
dif2	0.7162	0.01
log(dif2)	0.7020	<0.05
diff(log(dif2), difference=1)	0.01	0.1

Thus we see that transformations:

$$\text{dif1}_k = \log(x_k) - \log(x_{k-1}),$$

$$\text{dif2}_k = \log\left(\frac{x_k^{0.2} - 1}{0.2}\right) - \log\left(\frac{x_{k-1}^{0.2} - 1}{0.2}\right), k = 2, 3, \dots$$

are possible best. All further computations in R were made both for dd time series as well as for dif1 and dif2 time series, although we describe here the results which deal with dd series, only, because the others turned out to be similar.

2. Census decomposition

The classical approach to time series is the decomposition of time series on the trend, seasonal fluctuations and the rest. The decomposition is corrected, when the rest is behavior as "white noise", i.e. it is normally distributed, uncorrelated, stationary with the possible small standard deviation. In the R library stats the seasonal decomposition is produced by the command stl. The procedure is described in [3]. Listing 3 produces three stl objects with the period 3555.

Listing 3 – Census

```
res0<-stl(dd, s.window='periodic')
res1<-stl(dif1, s.window='periodic')
res2<-stl(dif2, s.window='periodic')
```

The Figure 2, presenting the decomposition terms, is produced by the command plot(res0).

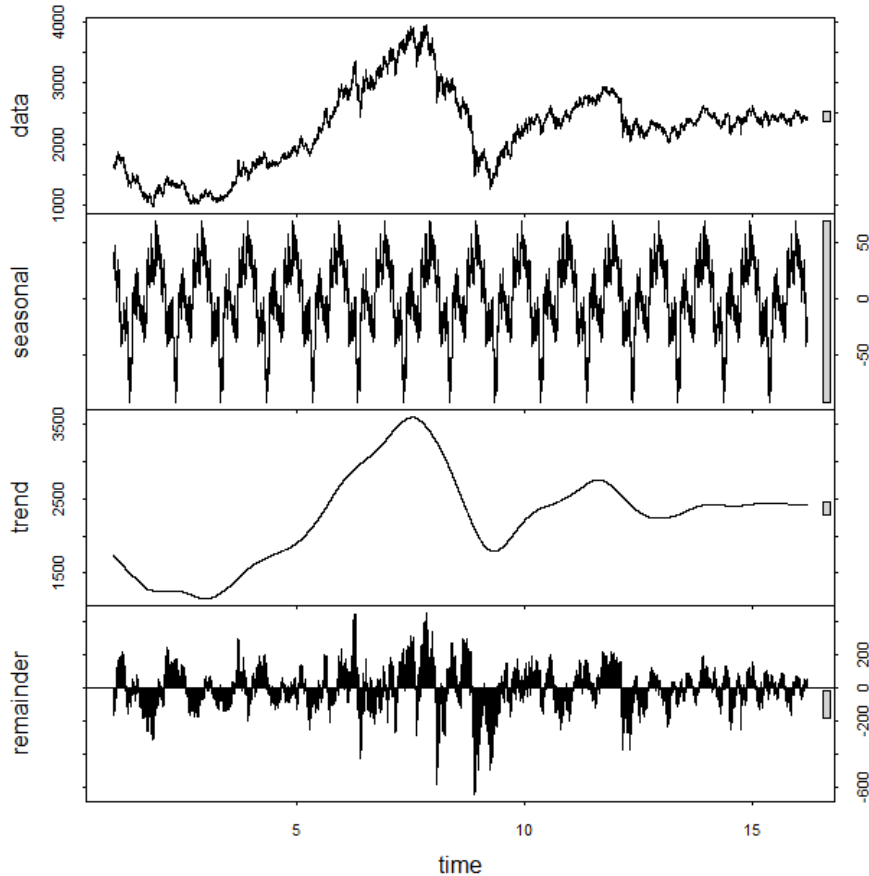


Figure 2 – Census decomposition

The problem how to choose the best period for the seasonal component is discussed in section 5.

3. ARIMA

Model ARIMA(p, d, q) assumes that the time series $\{y_t, t \geq 1\}$ has forms

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - B)^d y_t = c + (1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q) e_t \quad (1)$$

where $c, \{\phi_i, 1 \leq i \leq p\}, \{\theta_i, 1 \leq i \leq q\}$ are real numbers and B denotes the differentiation operator, i.e. $Bx_t = x_t - x_{t-1}, B^2 x_t = BX_t - BX_{t-1} = x_t - 2x_{t-1} + x_{t-2}, \dots$. Here and in what follows $\{e_t, t \geq 1\}$ denotes the sequence of independent identically distributed random variables drawn from standard normal distribution. The parameters p, d, q are chosen as a result of the analysis of Listing 4.

Listing 4 – ARIMA

```
wynAR=data.frame(i=c(0), d=c(0), j=c(0), AIC=c(0))
for (i in 0:3) {
for (d in 0:3) {
for (j in 0:3) {
if (i+d+j>0) {
```

```
wynAR<-rbind(wynAR, c(i,d,j,
  Arima(dd, order=c(i,d,j))$aicc))
}}}
```

We choose the methods with the minimal AIC (Akaike information criterion) coefficient. For any statistical model, the AIC value is

$$AIC = 2k - 2 \log(L),$$

where k is the number of parameters in the model, and L is the maximized value of the likelihood function for the model. AIC stands for the compromise between complexity and quality of the model. Lower coefficients than 38527 are summarized in Table 3.

Table 3 – AIC coefficient

i	d	j	AIC
2	0	3	385256.9
2	0	2	385263.1
0	1	1	385268.1
0	1	1	385268.1
1	1	0	385268.4
1	1	0	385268.4
2	1	0	385269.5
0	1	2	385269.5
0	1	2	385269.5
3	0	2	385269.6

This leads us to the model `AR0<-arima(dd, order=c(2,0,3))` and similarly

Listing 5 – ARIMA

```
AR0<-arima(dd, order=c(2,0,3))$residuals
AR1<-arima(dif1, order=c(0,0,1))$residuals
AR2<-arima(dif2, order=c(0,0,1))$residuals
```

The ARIMA model obtained for the `dd` has computed coefficients $ar_1 = 0.0593, ar_2 = 0.9402, ma_1 = 0.9150, ma_2 = -0.0282, ma_3 = 0.0039, c = 2245.9831$ thus the series $\{x_t, t \geq 1\}$ is approximated by

$$(1 - 0.0593B - 0.9402B^2)y_t = 2245.9831 + (1 + 0.9150B - 0.0282B^2 + 0.0039B^3)e_t$$

or equivalently

$$\begin{aligned} & 0.0005y_t = & (2) \\ & = 2245.9831 - 1.9397y_{t-1} + 0.9402y_{t-2} + 11.8868e_t - 0.8703e_{t-1} - 0.0399e_{t-2} \\ & \quad - 0.0039e_{t-3}. \end{aligned}$$

Equation (2) allows us to compute sequential values of $\{y_t, t \geq 3\}$ assuming knowledge $y_1 = x_1, y_2 = x_2$. The results of ARIMA approximations may be observed in Figure 3 produced by `tsdiag` command.

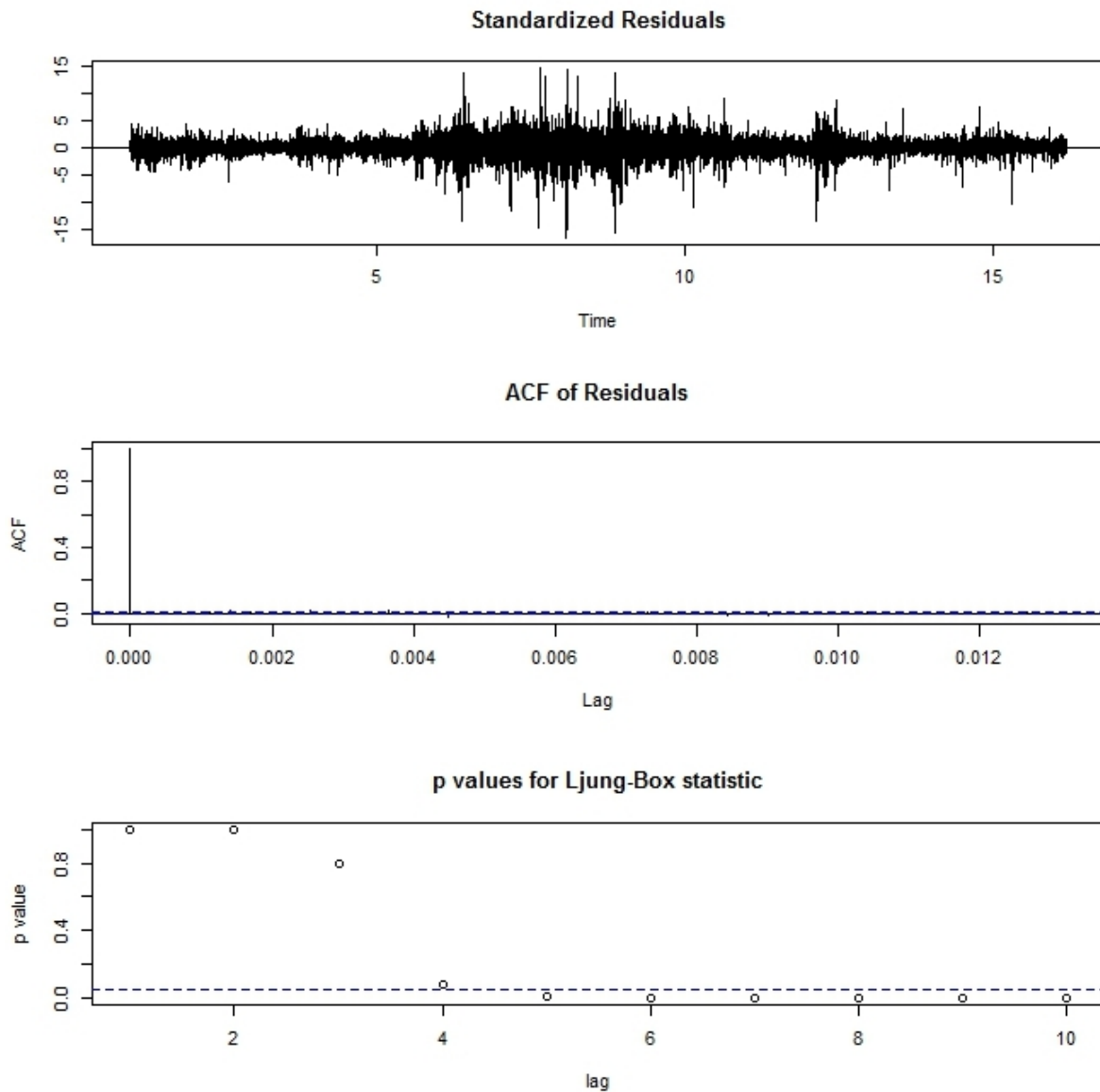


Figure 3 – ARIMA(2,0,3) model

The `acf` and similar `pacf` command produce the values of autocorrelations and partial autocorrelations of residuals of models. The presented here figure of `acf` is good. Box-Ljung test (cf. [2,13]) investigates whether any of a group of autocorrelations of a time series are different from zero (null hypothesis - all autocorrelations equal 0). In our result the autocorrelations of one two and three order are zero, the remaining ones are nonequal. This problem may be inappropriately chosen period.

In order to choose the parameters of the ARIMA model we may use the command `auto.arima(dd)` too.

4. Fourier analysis - identification of season

A Fourier Transform converts a wave from the time domain into the frequency domain. Formally, it maps the sequence $\{x_k, 1 \leq k \leq N\}$ into the complex sequence $\{X_k, 1 \leq k \leq N\}$ by the formula:

$$X_{k+1} = \sum_{n=0}^{N-1} x_{n+1} e^{-2\pi i k n / N}, 1 \leq k \leq N,$$

where $i = \sqrt{-1}$. The inverse mapping may be counted by

$$x_{k+1} = \sum_{n=0}^{N-1} X_{n+1} e^{2\pi i k n / N}, 1 \leq k \leq N.$$

To perform Fourier Transform in R we use `fft(x)` command whereas the inverse transformation may be obtained by `fft(X, inverse=TRUE)/length(X)` because the inverse series is non normalized. The big values of $|X_k|$ suggest the existence of period k . If we have some values of periods k_1, k_2, \dots, k_l , say, then the true period is equal lowest common multiply of numbers k_1, k_2, \dots, k_l . Therefore we write in R functions `gcd`, `lcm`, `Gcd`, `Lcm` - the great common divisor and lowest common multiply two (`gcd`, `lcm`) and arbitrary (`Gcd`, `Lcm`) real numbers. Function `TFrq` makes Fast Fourier Transformation, sorts obtained modulus of complex numbers in a decreasing order and packs all to returned data frame.

Listing 6 – Fourier procedures

```
gcd <- function(a,b) ifelse (b==0, a, gcd(b, a %% b))
lcm <- function(a,b) ifelse (b==0, 0, a*b/gcd(b, a %% b))
Gcd <- function(a) {
  La<-rep(a[1],length(a))
  for (l in 2:length(a)) La[l]<-gcd(La[l-1], a[l])
  return(La)
}
Lcm <- function(a) {
  La<-rep(a[1],length(a))
  for (l in 2:length(a)) {
    La[l]<-La[l-1]*a[l]/gcd(La[l-1], a[l]) }
  return(La)
}
TFrq <- function(danet,k,l) {
  N<-length(danet)
  XTv<-fft(danet)
  XT<-Mod(XTv)
  XT1<-time(XT)
  YT<-sort(as.numeric(XT), index.return=T, decreasing=T)
  YTv<-YT$х[YT$ix<N/l][1:k]
  YTn<-YT$ix[YT$ix<N/l][1:k]
  if (k==1) return(data.frame("valuesMOD"=YTv[1],"values"=XTv[ YTn[1] ],
    "numbers"=XT1[ YTn[1] ],"num"=YTn[1],"NWW"=YTn[1])) else {
    return(data.frame("valuesMOD"=YTv,"values"=XTv[ YTn ],
      "numbers"=XT1[ YTn ],"num"=YTn,"NWW"=Lcm(YTn))) }
}
```

Using `TFrq(dd,10,2)` and observed obtained results allows us to make a conclusion, that good period for `dd` is 60 whereas for `dif1` and `dif2` is 15264. We correct the `freq` option in definitions of time series and repeat Census procedure.

Listing 7 – Fourier analysis

```
dd1<-ts(dd,freq=60)
dif1<-ts(dif1, freq=15264)
dif2<-ts(dif2, freq=15264)
CENF0<-stl(dd1, s.window='periodic')$time.series[,3]
CENF1<-stl(dif1, s.window='periodic')$time.series[,3]
CENF2<-stl(dif2, s.window='periodic')$time.series[,3]
```

5. Exponential smoothing methods

There are other methods of decomposition of time series. In the library `forecast` there is described class `ets` which allows us to do exponential smoothing state space model (cf. [11, 8, 10]) At first, however, we must evaluate three-character string identifying method. The first letter denotes the error type ("A", "M" or "Z"); the second letter denotes the trend type ("N", "A", "M" or "Z"); and the third letter denotes the season type ("N", "A", "M" or "Z"). In all cases, "N"=none, "A"=additive, "M"=multiplicative and "Z"=automatically selected. So, for example, "ANN" is simple exponential smoothing with additive errors, "MAM" is multiplicative Holt-Winters' method with multiplicative errors, and so on. If parameter `damped` is `TRUE`, we use a damped trend (either additive or multiplicative). The `ets` without parameters with except time series allows us to choose the better model. The following session produces the best models for our time series

Listing 8 – ETS model

```
ets(dd) # model M,Md,N
ets(dif1) # model A,N,N
ets(dif2) # model A,Ad,N
mod1<-ets(dd, model="MMN", damped=TRUE)
mod2<-ets(dif1, model="ANN", damped=FALSE)
mod3<-ets(dif2, model="AAN", damped=TRUE)
EXP0<-mod1$residuals
EXP1<-mod2$residuals
EXP2<-mod3$residuals
```

In computations there arises a problem with seasonality, which should be smaller than 24 (in our examples are greater). In consequence the elimination of seasonality was omitted. The decomposition we observe on diagram by plot (`mod1`) (cf. Figure 4) whereas the basic diagnostic may be obtained by `tsdiag(mod1)`.

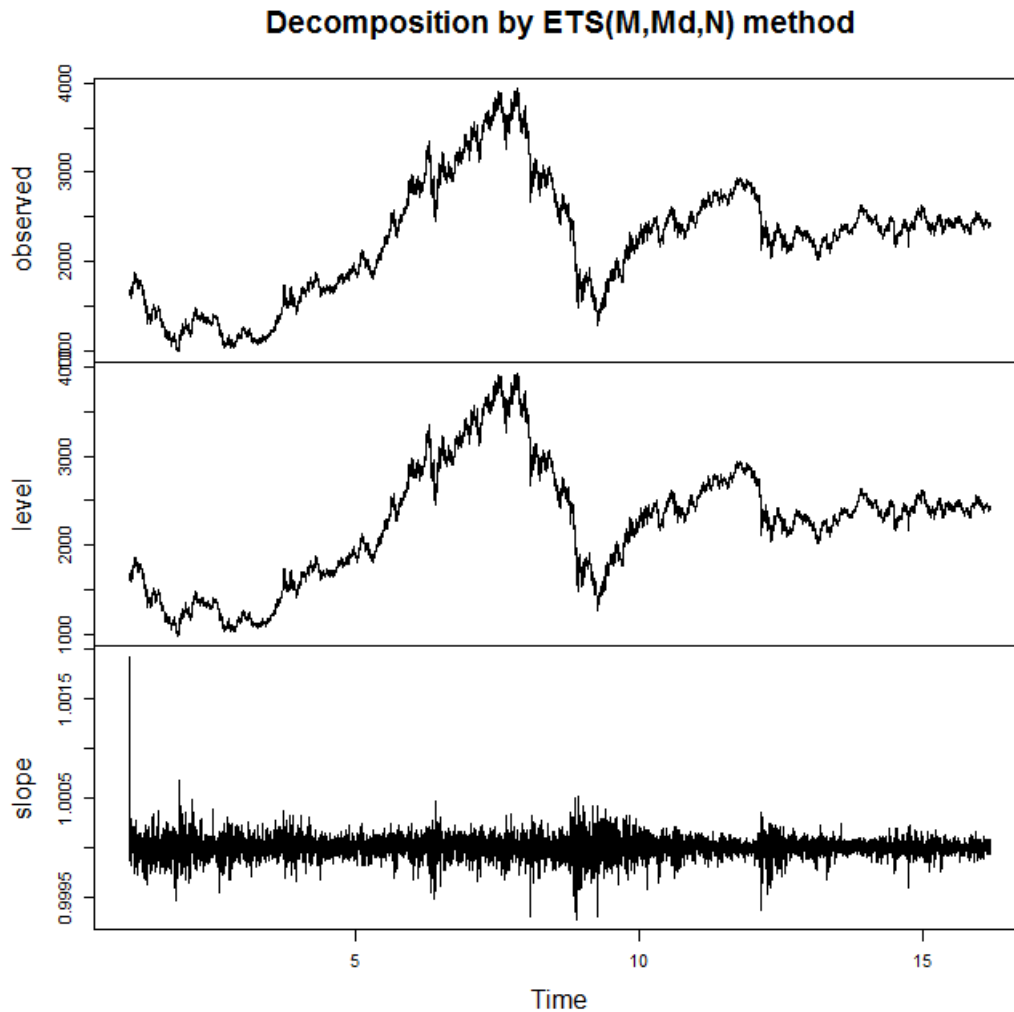


Figure 4 – ETS model

6. Comparison

To sum up we have four models: CENSUS (CEN), ARIMA (AR), CENSUS with period obtained by Fourier analysis (CENF) and exponential smoothing model (EXP). By commands (cf. Listing 9)

Listing 9 – Comparison

```

plot_colors <- c("blue","red","green","yellow")
max_y<-max(max(CEN0), max(AR0), max(CENF0), max(EXP0))
par(mfcol=c(2,2))
plot(CEN0, type="o", col=plot_colors[1])
plot(AR0, type="o", pch=22, lty=2, col=plot_colors[2])

plot(CENF0, type="o", pch=23, lty=3, col=plot_colors[3])
plot(EXP0, type="o", pch=4, lty=5, col=plot_colors[4])
    
```

we produce the residuals of considered methods (see Figure 5).

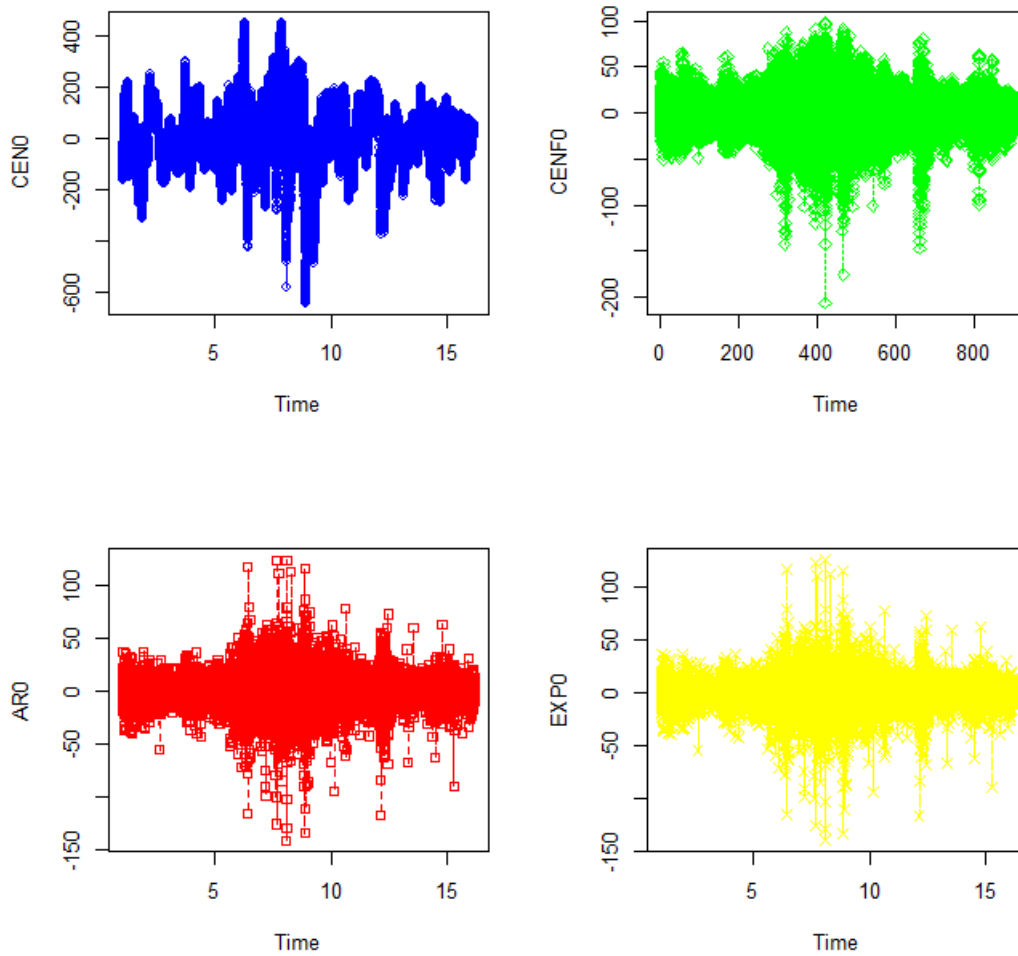


Figure 5 – Comparison residuals of CEN, AR, CENF and EXP methods

Additionally the tests of Shapiro-Wilks and Jarque-Bera show that all residuals are not normal. The analysis of standard deviations of residuals (120.6, 8.6, 18.5, 8.6 for CEN, AR, CENF, EXP, respectively) leads us to conclusion that ARIMA i EXP methods are better than both CENSUS. But all methods don't work "well". The tests results are bad.

7. GARCH models

It seems that the reason for the conclusion of previous section is volatility clustering. Volatility clustering — the phenomenon of there being periods of relative calm and periods of high volatility — is a seemingly universal attribute of market data. There is no universally accepted explanation of it. GARCH (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity) models volatility clustering. It does not explain it. GARCH (m,r) model assumes that the process $\{y_t, t \geq 1\}$ satisfies

$$y_t = \sigma_t e_t,$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i y_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^r \beta_i \sigma_{t-i}^2$$

for $t = m + 1, m + 2, \dots$. Contrary to ARIMA and EXP models we assume that variance of process $\{y_t, t \geq 1\}$ is not constants and dependent of time. We denote this variance by σ_t^2 . In R we ask if the time series has GARCH structure by ArchTest(dd) with null hypothesis that considered series have not GARCH structure. For all the three considered time series dd, dif1, dif2 we get p – value $< 2.2 * 10^{-16}$ such that we reject null hypothesis and use GARCH methods for modeling WIG behaviour. In the library FGarch we use garch.fit. We write function to test optimal parameters for GARCH:

Listing 10 – GARCH parameters testing

```
fGAR <- function(danet) {
  gwyn<-data.frame(Ni=c(0), Nj=c(0), NAIC=c(0.0), NBIC=c(0.0),
    NSIC=c(0.0), NHQIC=c(0.0), BLjungX=c(0.0), BLdf=c(0),
    BLPvalue=c(0.0), ShaX=c(0.0), Shapvalue=c(0.0),
    ADX=c(0.0), ADpvalue=c(0.0), LillX=c(0.0), Lillpvalue=c(0.0),
    SFX=c(0.0), SFpvalue=c(0.0), SD=c(0.0))
  for (i in 1:4) {
  for (j in 0:6) {
    form<-as.formula(paste("danet~garch(",i," ",j,")",sep=""))
    wd<-garchFit(form)
    wd1<-AutocorTest(residuals(wd))
    wm1<-shapiro.test(residuals(wd))
    wm2<-ad.test(residuals(wd))
    wm3<-lillie.test(residuals(wd))
    wm4<-sf.test(residuals(wd))
    gwyn<-rbind(gwyn, c(i,j,wd@fit$ics[[1]],wd@fit$ics[[2]],
      wd@fit$ics[[3]],wd@fit$ics[[4]],wd1$statistic[[1]],
      wd1$parameter[[1]], wd1$p.value, wm1$statistic[[1]],
      wm1$p.value, wm2$statistic[[1]], wm2$p.value,
      wm3$statistic[[1]], wm3$p.value, wm4$statistic[[1]],
      wm4$p.value, sd(residuals(wd))))
    }}
  return(gwyn)
}
```

obtaining the best GARCH models garch(1,3) for all the three series. Creating GARCH models and using method summary we see that in the case of time series dd the residuals are not normal (Shapiro-Wilk test and Jarque-Bera test) but all autocorrelations are equal to zero (Ljung-Box test). The model is as follows:

$$y_t = -0.0038 + 0.1906y_{t-1} + \sigma_t e_t,$$

$$\sigma_t^2 = 0.0113 + 0.1906e_{t-1}^2 + 0.3882\sigma_{t-1}^2 + 0.3765\sigma_{t-3}^2,$$

and by method plot we may obtain the 13 diagnostic plots (for eg. cf. Figure 6).

Series with 2 Conditional SD Superimposed

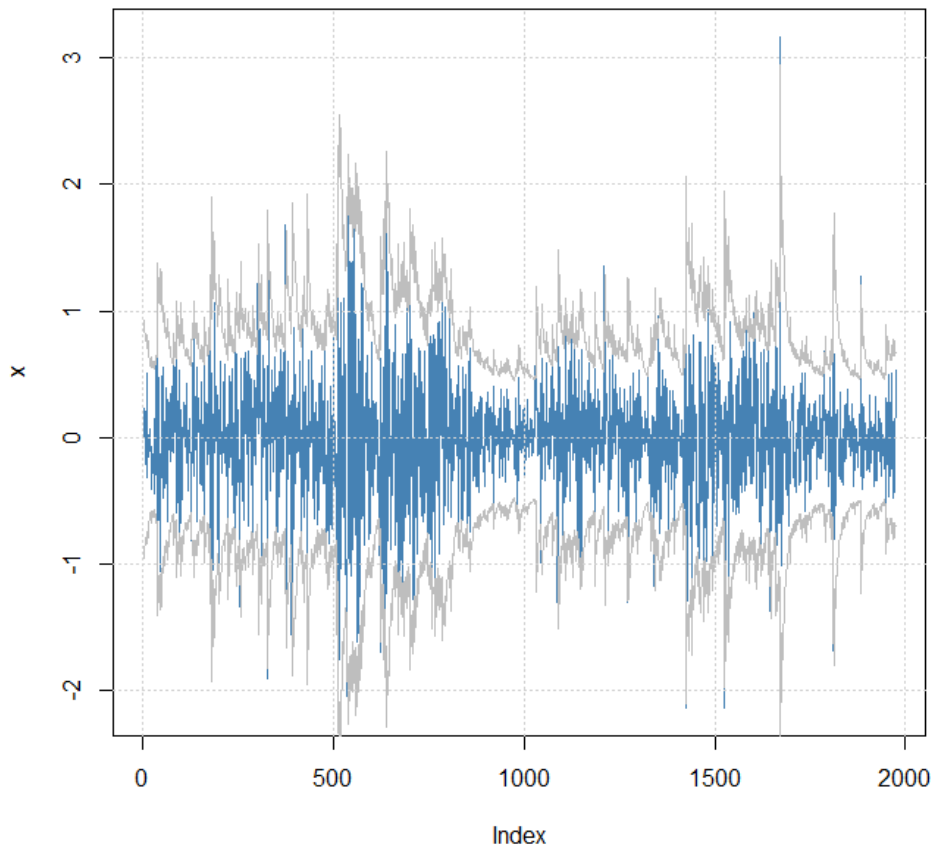


Figure 6 – GARCH(1,3) model

REFERENCES

1. Asteriou, D., Hall, S.G. (2011). *ARIMA Models and the Box-Jenkins Methodology*. Applied Econometrics (Second ed.). Palgrave MacMillan.
2. Box, G. E. P. and Pierce, D. A. (1970), Distribution of residual correlations in autoregressive-integrated moving average time series models. *Journal of the American Statistical Association*, 1509 – 1526.
3. Cleveland R.B., Cleveland W.S., McRae J.E., Terpenning I. (1990), STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess, *Journal of Official Statistics*, Vol. 6, No. 1., 3 – 73.
4. Engle R.F. (1982), Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*. (4), s. 987 – 1007.
5. *Handbook of Financial Time Series*, T.G. Andersen, R.A. Davis, J-P. Kreiss and T. Mikosh (eds), Springer, New York 2009.
6. Harvey, A. C. *Time Series Models*. 2nd Edition, Harvester Wheatsheaf, NY, 1993.
7. Harvey A., Ruiz E., Shephard N. (1994), Multivariate Stochastic Variance Models, *Review of Economic Studies*, , 247–264.
8. Hyndman, R.J., Akram, Md., and Archibald, B. (2008) "The admissible parameter space for exponential smoothing models". *Annals of Statistical Mathematics*, 60(2), 407 – 426.
9. Hyndman R.J., Khandakar Y., *Automatic Time Series Forecasting: The forecast Package for R*, *Journal of Statistical Software*, July 2008, Volume 27, Issue 3. <http://www.jstatsoft.org/>
10. Hyndman, R.J., Koehler, A.B., Ord, J.K., and Snyder, R.D. *Forecasting with exponential smoothing: the state space approach*, Springer-Verlag 2008. <http://www.exponentialsMOOTHING.net>.

11. Hyndman, R.J., Koehler, A.B., Snyder, R.D., and Grose, S. (2002), A state space framework for automatic forecasting using exponential smoothing methods, *International J. Forecasting*, (3), 439 – 454.
12. Kleiber Ch., Zeileis A., *Applied Econometrics with R*, 2008 Springer Science+Business Media LNC.
13. Ljung, G. M. and Box, G. E. P. (1978), On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika* , 297–303.
14. McLeod A. I., Hao Yu, Krougly Z.L., Algorithms for Linear Time Series Analysis: With R Package, *Journal of Statistical Software*, December 2007, Volume 23, Issue 5. <http://www.jstatsoft.org/>
15. Mills, T.C. *Time Series Techniques for Economists*. Cambridge University Press 1990.
16. Percival, D, B., Walden, A.T. *Spectral Analysis for Physical Applications*. Cambridge University Press 1993.
17. Walker J.S. *Fast Fourier Transforms*, CRC Press, Second ed. 1996.

Стаття надійшла до редакції 01.12.2014

ДЕЯКІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ СТАЛОГО СОЦІАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

***Анотація.** Розглядаються соціальні фактори становлення сталого розвитку в умовах інформаційного суспільства. Визначаються його сучасні концепції та тенденції, можливості та проблеми реалізації сталого соціального розвитку. Побудована загальна теоретико-ігрова модель сталого соціального розвитку.*

***Ключові слова:** Сталий соціальний розвиток.*

***Аннотация.** Рассматриваются социальные факторы становления устойчивого развития в условиях информационного общества. Определяются его современные концепции и тенденции, возможности и проблемы реализации устойчивого социального развития. Построена общая теоретико-игровая модель устойчивого социального развития.*

***Ключевые слова:** Устойчивое социальное развитие.*

***Abstract.** We consider the social factors of sustainable development formation in the information society. There are considered its current concepts and trends, opportunities and challenges of sustainable social development, general game-theoretical model of sustainable social development.*

***Keywords:** Sustainable social development.*

Вступ

Подальше погіршення екологічної ситуації, обумовлене, насамперед, зростанням кількості населення та забезпеченням його потреб привело до визначення ООН у «Порядку денному ХХІ століття» [1] проблеми сталого розвитку, або процесу подальшої еволюції, в якому експлуатація природних ресурсів, напрямки інвестицій, орієнтація науково-технічного розвитку та інституціональних змін, розвиток особистості погоджені один з одним та зміцнюють нинішній і майбутній потенціал для задоволення людських потреб. Тобто, сформульована проблема збалансованого розвитку системи «населення – виробництво – природа».

Іншою загальносвітовою тенденцією є швидке поширення інформаційних технологій (ІТ), розвиток інформаційного суспільства. Зростання виробництва, споживання та забруднення природних ресурсів з використанням посиленних інформаційними технологіями засобів зробили проблему сталого розвитку ще актуальнішою. Хоча ті ж ІТ надають можливість знаходження компромісного рішення, що забезпечить збалансований розвиток,

Аналіз суперечливих ситуацій та пошук компромісних рішень відносяться до проблематики теорії ігор. Добре відомі моделі ринків, економіки, які за своєю ідеологією дуже близькі до проблеми сталого розвитку. Водночас, використання таких моделей обмежується обсягами необхідної інформації, алгоритмічними та іншими проблемами, які часто не дозволяють перейти від теорії до практичних результатів. Застосування методів індикативного аналізу для побудови теоретико-ігрових моделей знаходження необхідного компромісу, створює оптимістичні передумови ефективного вирішення проблеми.

Мета роботи – розглянути одну з основ зазначеного підходу щодо виділення соціальних факторів всієї проблеми та побудувати загальну теоретико-ігрову модель збалансованого соціального розвитку як певну основу всього підходу.

1. Основи концепції сталого розвитку

Сьогодні існують різні концепції досягнення сталого розвитку, який так чи інакше базується на зміні структури споживання та виробництва, максимізації ефективності використання природних ресурсів. Зокрема, в концепцію екопростору покладена необхідна кількість енергії, води, території та природних ресурсів, яка може бути використана без порушення сталості розвитку. Навколишнє середовище розглядається, з одного боку, як стік відходів, з іншого – як джерело ресурсів. Пропонуються три пов'язані стратегії взаємодії господарюючої людини з природно-рівноважними системами біоти Землі, зі штучно-рівноважними антропогенними екосистемами, що забезпечують її харчові потреби, з екосистемами штучного середовища. Цікавим є наступний приклад затвердження таких стратегій комісією Бундестагу Німеччини (табл. 1) [2].

Таблиця 1 – Правила сталого розвитку

Економічні правила	<ul style="list-style-type: none"> – Економічна система повинна ефективно задовольняти індивідуальні та соціальні інтереси, які повинні бути узгоджені. – Ціни повинні служити функцією управління ринком та відображати доступність ресурсів, виробництва, товарів і послуг. – Необхідні обмежені умови конкуренції для створення та підтримки ринків, які стимулюють інновації, роблять довгострокові рішення вигідними, дозволяють викликати поліпшення в суспільному житті. – Економічна ефективність суспільства та виробництва, соціальних і людських відносин повинна бути сталою за всіх часів.
Екологічні правила	<ul style="list-style-type: none"> – Швидкість використання поновлюваних ресурсів не повинна перевищувати темпи їх регенерації, викиди в навколишнє середовище не повинні перевищувати ємності екосистем. – Періоди антропогенних впливів на навколишнє середовище необхідно привести у відповідність з періодами природних процесів. – Необхідно звести до мінімуму ризику для здоров'я людини в результаті антропогенної діяльності.
Соціальні правила	<ul style="list-style-type: none"> – Держава повинна підтримувати та заохочувати людське достоїнство та вільний розвиток особистості в інтересах нинішнього та майбутнього поколінь, щоб зберегти соціальний мир. – Кожний член суспільства повинен вносити солідарний вклад у системи соціального забезпечення відповідно до його можливостей та одержує користь відповідно до зроблених внесків, у тому числі, у випадку невідкладних потреб. – Системи соціального забезпечення можуть рости тільки у відповідності з економічними стандартами. – Потенціал продуктивності праці суспільства повинен бути збережений і для майбутніх поколінь.

У [3] за результатами робочої групи ЄС вивчається вплив технологій інформаційного суспільства (ТІС) на сталий розвиток та на три його складові – соціальну, економічну та екологічну стабільність. Для досягнення стабільності пропонується використовувати два принципи. Перший – підвищення ефективності використання матеріалів та енергії у виробництві та зміна стилю поведінки людей. Ключем до цього можуть служити ТІС, вбудовані в суспільний устрій. Другий – необхідність справедливої системи розподілу благ. Це ж підтримується в [4–6]. Тобто, необхідно створити набір соціальних стандартів життєдіяльності, які підтримують справедливий розподіл, досягнення стабільності, партнерські відносини, оновлені інтереси індивідів, їх співтовариств, суспільства в цілому.

2. Особистість та її інтереси в процесах сталого розвитку

Будемо виходити з концепції досягнення індивідуального розвитку, збалансованого з інтересами суспільства [2, 6]. Зокрема, в [6] визначається, що індивідуальний розвиток охоплює громадянські, політичні та економічні права людини, рівність всіх громадян перед законом, самовизначення, право на працю, соціальну інтеграцію, планування сім'ї тощо. Багатьма фахівцями визначається, що особистість – сукупність рис, які визначають думки, почуття та поведінку людини, або – тільки людина в сукупності її соціальних, придбаних якостей, не відносячи до них природно обумовлені особливості [3].

Соціальна роль – модель поведінки людини, об'єктивно задана соціальною позицією особистості в системі соціальних, суспільних і особистих відносин [7]. Соціальні ролі пов'язані із соціальним статусом, професією або видом діяльності. Це – стандартизовані ролі, що будуються на основі прав і обов'язків. Двома найважливішими характеристиками соціальної ролі є її функціональна доцільність та відповідність певній культурі, системі цінностей. Кожний статус «обслуговується» декількома ролями [8 – 10]. У міжособистісних відносинах людина виступає в якійсь домінуючій соціальній ролі. Причому, чим довше існує група, тим звичніше стають соціальні ролі її учасників та складніше змінити їх стереотип поведінки. Тобто, особистість можна визначити [11] як індивідуальний прояв сукупності суспільних відносин, соціальну характеристику людини.

Потреби – це форми взаємодії, необхідність яких обумовлена особливостями відтворення та розвитку біологічної, психологічної, соціальної визначеності, які усвідомлюються людиною. Інтереси – це усвідомлені потреби особистості. Потреби та інтереси особистості лежать в основі її ціннісного відношення до навколишнього світу.

Ці та інші фактори обґрунтовують процеси утворення життєвих стратегій особистості. В [12, 13] життєва стратегія визначається як мистецтво ведення, організації життя, система цінностей та цілей, реалізація яких, відповідно до уявлень людини, дозволяє зробити життя найбільш ефективним, що виражається у задоволеності життям і психічним здоров'ям. Також особистість можна назвати зрілою, якщо вона здатна встановлювати свій поріг задоволеності матеріальними потребами та розглядає їх як одну з умов життя [13]. Створення цього порогу є, вочевидь, основою сталого індивідуального розвитку.

Життєві стратегії умовно розділяються на три типи [14–15]: благополуччя; успіху; самореалізації. Вибір певної життєвої стратегії залежить від об'єктивних умов, які суспільство (держава) може надати особистості. В [16] виділяються чотири базових типи життєвих стратегій людей: кількісного та емоційного нагромадження; домінування; новизни. Популярною є їх структуризація за пірамідою потреб Маслоу [17], де потреби людини в разі свого задоволення поступаються першістю іншим. Водночас, зауважується що потреба вищого рівня не завжди є продовженням потреб нижчого рівня. Останнім часом часто взагалі розглядаються «паралельні схеми» реалізації потреб різних рівнів [18].

В той же час, важко сформулювати однозначні оцінки процесу утворення життєвих стратегій. Людина повинна мати кілька варіантів життєвих стратегій для більш ефективного досягнення поставлених цілей [19]. Розвиток інформаційного суспільства, масштаби використання ІТ взагалі змінюють прості ієрархії людських потреб, їх класифікацію взагалі можна розглядати з точки зору рівня використання ІТ для їх задоволення. Стратегія сталого індивідуального розвитку при цьому вимагає збалансування потреб і у зв'язку з застосуванням ІТ.

3. Особистість та суспільство в процесах сталого розвитку

Соціальна поведінка – дії людини у відношенні до суспільства, інших людей, природи та речей, що оточують її [20, 21]. Суспільство, соціальна група не тільки відбирають людей для виконання певних ролей, але й контролюють їх. Основними видами соціального контролю є

звичаї, традиції, мораль, релігія та право. Зараз, враховуючи рівень впливу ІТ, можна говорити про ІТ-формування особистості [22–25]. Особистість стає більш незалежною, з'явилися елементарні засоби для викладу своїх думок, інтересів та ін., чого не було раніше. Якщо традиційне соціальне середовище відбирає людей для виконання певних соціальних ролей, то сьогодні особистість сама може затвердити себе в суспільстві через мережу, а оточення має дуже слабкі важелі для впливу на неї.

Особливості розподілу доходу у межах підприємства, країни чи світу не менш важливі. Можливість реалізації власних інтересів, що й утворює індивідуальний, і, далі, соціальний розвиток спирається у економічну нерівність, можливість використання ресурсів. Якщо відмінності у доходах значні, то з'являється підґрунтя для громадської непокори та прямих конфліктів з владою. Чим бідніше суспільство, тим частіше конфлікти між людьми [20].

Протиріччя та конфлікти характерні для суспільства, передусім, між найманими працівниками та роботодавцями. На рівні верств населення розвиваються одні з найбільш важких національні, релігійні конфлікти. Не менш важливими є конфлікти між ринками, країнами, державами та транснаціональними корпораціями тощо. Економічна могутність ставить таких гравців поза національний контроль. Таке суспільство не може бути збалансованим, стійким [4, 26].

Національні інтереси визначаються ступенем економічного, політичного, соціального, культурного розвитку, геополітичними обставинами, наявністю ресурсів, кліматичними умовами. Найвищий національний інтерес полягає у забезпеченні виживання нації, що ґрунтується на стабільності соціально-економічного розвитку, добробуті усіх верств населення, і сталий розвиток може бути тільки компромісом між всіма соціальними групами. Те ж відноситься до міжнародного рівня.

Концепція сталого розвитку, вимагаючи переходу від максимального до «сталого» прибутку, суперечить інтересам заможних та владних кіл [4], порушуючи основу традиційної економіки – необмежене економічне зростання, – через необхідність перебудови економіки задля забезпечення збалансованого розвитку системи «виробництво – населення – природа» [3, 4, 27]. Існують й інші умови, які обмежують його досяжні варіанти, але до певного ступеня їх можна обійти [26].

4. Сталий соціальний розвиток інформаційного суспільства

На формування особистості великий вплив мають норми, які дитина засвоює з початку свого життя. На сьогодні, коли дитина має комп'ютер, планшет, мобільний телефон та можливість необмеженого доступу до Інтернет, вона одержує й інші зразки поведінки, які доповнюють виховання батьків та школи. Ці зразки часто далекі від прийнятих норм. Віртуальне середовище створює інші стиль життя, правила поведінки, які не завжди сприяють адекватному сприйняттю реального оточення та свого місця в ньому. Зокрема, самореалізація може бути досягнута через кількість віртуальних гостей сторінки в соціальній мережі. Для цього можна викласти й неприйнятний за традиційними нормами контент, та не треба освіти, поваги до інших, визнання особистості суспільством за корисність для нього тощо. Маємо ще більшу свободу при зниженому контролі.

Тобто, ІТ певним чином відводять людину від реального життя, надають можливість виконувати стратегії, які виходять за межі існуючих норм. І, якщо головна цінність суспільства – свобода, то інформаційне суспільство – крок вперед, але крок, не погоджений із завданнями сталого розвитку. В реальному житті, як і в віртуальному людина має певну роль. За умов інформаційного суспільства людина має змінити не тільки соціальну роль, що дуже важко, а й навички життєдіяльності, тобто сформувати нову соціальну поведінку.

Повільність руху в напрямку сталого розвитку є також відображенням інтересів верхівки суспільства та не відповідає звичайним інтересам населення, оскільки суперечить ідеї необмеженого збагачення. Сталий соціальний розвиток навряд чи буде можливим без

відмови, насамперед, найбільших світових гравців від традиційних цілей необмеженого збагачення на користь спільних цілей розвитку цивілізації. Реалізація відповідних стратегій вимагає кардинальних змін у взаємовідносинах між державами, суспільствами, соціальними групами та спільнотами. Сьогодні сталий розвиток не відображений в соціальних, культурних та інших нормах. Без їх узгодження реалізація збалансованого сталого розвитку виглядає не більш, ніж наукова фантастика. Навіть такі прості речі, як створення умов комфортного життя не тільки для себе, а й для оточуючих вдалось реалізувати лише окремим спільнотам та націям. Існуючий дисбаланс розподілу доходів теж не відповідає засадам сталого розвитку. У багатьох випадках прийняті норми не реалізують розподіл доходів, який відповідав би обсягу праці, кваліфікації та суспільній корисності. IT ще більш загострюють цей дисбаланс, прискорюючи темпи одержання прибутків.

Реалізація сталого соціального розвитку, яка є ключовою складовою проблеми сталого розвитку, в цілому не має історичних прикладів та вимагає корінних змін у життєдіяльності. Розвиток інформаційного суспільства тільки посилює цю проблему, надаючи нові фактори відходу від принципів сталості.

В той же час, інформаційні технології створили нову платформу для життєдіяльності та технологічну основу спільного збалансованого розвитку, відпрацювання та узгодження спільних та власних інтересів. Це вимагає довгої роботи всієї цивілізації. Напевне, саме сюди можуть бути спрямовані одержані надприбутки, мета створення спільного благополуччя того заслуговує. Узгодження національних, групових та індивідуальних інтересів веде до відсутності конфліктів, спрямування технологічного потенціалу не на конфронтації, а на реалізацію спільного збалансованого розвитку. Результат, який сам по собі, може стати головною метою.

Також слід зазначити, що окремі критерії сталості соціального розвитку нагадують соціалістичні норми, разом з якими виділяються фактори екологічного та економічного плану, спрямування інтересів людини на загальні цілі, визначені ООН, тобто – створення спільних норм збалансованого розвитку з метою збереження цивілізації, а не реалізації цілей соціальних та економічних груп. Можливим кроком в цьому напрямку є наступна модель сталого соціального розвитку як складова його сукупної моделі.

5. Загальна модель соціального сталого розвитку

Будемо зіставляти індивідуумів вихідної соціальної системи з гравцями i та позначати через I їх скінченну множину, до якої відноситимемо всіх індивідуумів системи. Як зазначалося, кожний гравець характеризується сукупністю ознак біологічного, психологічного, соціологічного, морально-етичного, культурного характеру, які частково можуть бути віднесені до його нематеріальних ресурсів. Крім цього, гравець має доходи, нерухомість, бізнес та ін., або певні матеріальні ресурси, до яких також відноситимемо спільні ресурси, якими він може користуватися, наприклад, природне середовище, системи безпеки, соціального та медичного забезпечення, освіти тощо.

Будемо вважати, що наявні у гравців ресурси можуть бути представлені у вигляді вектору res_i , $i \in I$, $res_i \subseteq Res$, Res – вектор всіх наявних та/або визначених нематеріальних та матеріальних ресурсів, що характеризують вихідну систему, включаючи її соціальну, природну та економічну складові. Таким чином, гравець i в результаті своєї діяльності одержує, створює або витрачає певну частку суспільних та власних ресурсів.

Елементи res приймають кількісні або якісні значення в залежності від ознак, які вони відображають. Разом з res можуть використовуватися певні вагові коефіцієнти, які виражають важливість для гравця елементів цього вектору. Проте, важливість тих чи інших елементів визначається не тільки окремим гравцем, а й суспільною групою, до якої він входить. Зважаючи на це, а також на неможливість аналізу всіх індивідуальних інтересів гравців, в загальному випадку, визначаються тільки групові вагові коефіцієнти елементів res . В той же час, їх детальний аналіз виходить за межі цієї роботи.

Наявні у гравця ресурси res_i служать основою для формування та оцінки задоволення його індивідуальних інтересів $u_i \in U_i$ та забезпечують виконання спрямованих на це дій або стратегій. $s_i \in S_i$, де U_i та S_i – відповідно множини допустимих векторів інтересів та стратегій гравця i , кожен елемент яких відповідає реалізації якого-небудь одного інтересу, або (відповідно) стратегії, що одночасно виконується гравцем – робота, відпочинок, спілкування тощо.

Зокрема, формування та коригування множин допустимих інтересів та стратегій і є впливом родини та суспільства на людину з самого початку її життя. Власно множина стратегій S_i , що застосовуються відображає види можливої діяльності, утворює стиль життя людини, соціальні ролі та способи їх одержання, тобто є відображенням системи цінностей та норм суспільства та самого гравця.

Соціальні групи будемо ототожнювати з коаліціями c , кожна з яких визначається певним спільним коаліційним інтересом u_c або спільною коаліційною стратегією s_c . Приєднання до певної коаліції дає можливість гравцю підвищити рівень реалізації своїх інтересів u_i . В коаліції цей інтерес забезпечується, загалом, більш вищим сумарним станом учасників коаліції, наприклад, їх сукупними фінансами, а задоволення інтересу буде результатом переговорів або розподілу одержаної винагороди або виграшу після виконання коаліційних угод та стратегій. Будемо вважати, що

$$u_c \in U_c, U_C = \bigcup_{c \in C} U_c, s_c \in S_c, S_C = \bigcup_{c \in C} S_c, \quad (1)$$

де U_C – множина всіх коаліційних інтересів коаліції c , C – множина (комплекс) всіх коаліцій, які утворені в соціальній системі на множині гравців I шляхом їх усіляких об'єднань [28], S_C – множина всіх коаліційних стратегій коаліції c , спрямованих на реалізацію її інтересів U_C . В подальшому розглядатимуться тільки коаліційні інтереси та стратегії, до яких мають приєднуватися індивідуальні гравці для реалізації індивідуальних інтересів чи стратегій. При цьому вважається, що індивідуальні стратегії гравців не можуть змінити стан системи, але здатні це робити за наявності певної «потужності» коаліції. Гравці одночасно можуть входити до різних коаліцій, також як і коаліції допускають як перетин, так і включення одна до одної. Такий підхід з аналізу поведінки коаліцій індивідуально незначимих або інфінітезимальних гравців використовувався ще в [29] для аналізу соціальних, політичних та економічних процесів.

Як зазначалося, основним показником ефективності стратегії людини є задоволеність життям і психічне здоров'я, ця оцінка залежить від зовнішнього оточення, насамперед, від соціальної групи, до якої входить людина, та від стану природного середовища, соціально-економічних та політичних процесів.

Нехай $[t_0, T]$ – певний відрізок часу, на якому розглядається соціальна система. Будемо позначати через $st(t_k)$ – ситуацію, тобто вектор стратегій s_c коаліцій c в момент часу t_k розбиття відрізка $[t_0, T]$, а через $St(t_k)$ – множину ситуацій $st(t_k)$. Таким чином, ситуація відображає результат виконання стратегій всіма коаліціями та стан соціальної системи в момент t_k . Саме від ситуації $st(t_k)$ залежить рівень задоволення гравцями та коаліціями своїх інтересів в момент t_k .

Будемо позначати через $H_c(st(t_k))$ функцію виграшу коаліції c в ситуації $st(t_k)$. При цьому виграш гравця $H_i(st(t_k))$ у випадку використання суто індивідуальних стратегій менше, ніж його частка у виграші коаліції, до якої він входить. Будемо вважати, що довжина векторів коаліційних та індивідуальних стратегій співпадає з кількістю елементів вектору ресурсів системи Res та позначати їх через $res_{m,c}(t_k)$, – m -й елемент вектору Res , що знаходиться у коаліції c в момент часу t_k , $m = 1, \dots, M$. Визначимо результат виконання стратегії певною функцією f_c , що вказує зміну ресурсу $res_{m,c}(t_k)$ внаслідок виконання стратегій коаліцією c .

Тоді можна визначити стан елемента $res_m(st(t_k))$ в ситуації $st(t_k)$ як суму

$$res_m(st(t_k)) = \sum_{s \in st} \sum_{c \in C} f_c(s_c(t_k)) + res_m(st(t_{k-1})), res_m(st(t_0)) = const, \quad (2)$$

також вважається, що виконання стратегії певної коаліції не призведе до неможливості виконання стратегій іншими коаліціями у відношенні до елемента m , наприклад, через руйнацію елемента res_m в момент t_k , що загалом можливо на практиці. В такому випадку змінюється вектор Res , тобто, приходимо і до зміни стратегій гравців та коаліцій. Таким чином, у випадку незалежності компонент вектора Res можемо перейти до аналізу взаємодії коаліцій по елементах m , що є істотним спрощенням вихідної проблеми.

При цьому функцію виграшу коаліції c у ситуації $st(t_k)$ можна визначити як

$$H_c(st(t_k)) = \sum_m H_{m,c}(st(t_k)), \quad (3)$$

де $H_{m,c}(st(t_k))$ – функція виграшу по елементу res_m , що вказує його частку, яку контролює (одержить або витратить) коаліція c у ситуації $st(t_k)$. Це, передбачає, що виграші виражені в однакових величинах і адитивні. Будемо вважати, що $H_{m,c}(st(t_k))$ вказує грошовий дохід, одержаний коаліцією від виконання коаліційної стратегії в ситуації $st(t_k)$, а також, що цей дохід спрямовується на реалізацію коаліційних інтересів.

Розподіл одержаного коаліцією виграшу $H_c(st(t_k))$. будемо визначати сумою

$$H_c(st(t_k)) = \sum_{u_l \in U_c} H_{c,l}(st(t_k)) \alpha_l(t_k), \sum_l \alpha_l = 1, 0 \leq \alpha_l \leq 1, \quad (4)$$

де u_l – l -й елемент вектору інтересів коаліції u . На основі доходу $H_{c,l}(st(t_k))$, спрямованого на інтерес u_l , коаліція може задовольнити його або ні. Це відображається логічною функцією, наприклад,

$$G_c(u(t_k)) = \sum_l P_c(u_l(t_k), H_{c,l}(st(t_k))) \alpha_l, \sum_l \alpha_l = 1, 0 \leq \alpha_l \leq 1, \quad (5)$$

де $P_c(u_l(t_k), H_{c,l}(st(t_k)))$ – предикат, визначений на елементах u_l вектору інтересів коаліції c , який приймає значення 0 або 1 в залежності від задоволення коаліції реалізацією того чи іншого інтересу в момент t_k .

Крім цього, в ситуації $st(t_k)$ змінюються ресурси, які коаліції витрачають або відновлюють при виконанні стратегій незалежно від того чи вони їм належать або знаходяться у власності або під контролем інших коаліцій, наприклад, природні ресурси. Ці зміни будемо відображати функцією $F_m(st(t_k)) = F(st(t_k), res_m(t_{k-1}))$ по всіх компонентах ресурсів m , $m = 1, \dots, M$.

Таким чином, маємо наступну сукупність:

$$\Gamma_{soc} = \langle C, Res_c, U_C, S_C, St, F_m, G_c, H_c, c \in C, m = 1, \dots, M, t_k \in [t_0, T] \rangle, \quad (6)$$

яку будемо називати динамічною теоретико-ігровою моделлю розвитку соціальної системи.

Ця назва відображає вихідну концепцію моделі, хоча за побудовою вона має три види функцій виграшу (зазвичай в класичних іграх використовується тільки один вид або взагалі одна функція виграшу). Крім цього, ситуація залежить від наявних ресурсів. Їх аналіз відповідає окремому класу ігор, де розмір та наявність ресурсів також змінює інтереси та стратегії учасників та структуру самої гри.

Висновки

Таким чином, задоволення інтересів учасників моделі соціальної системи залежить від їх вихідних інтересів, стратегій та наявних ресурсів, участі в різних коаліціях, які, в загальному випадку, змінюються в моменти часу t_k . Умови обмеженості ресурсів та намагання учасників збільшити рівень задоволення власних інтересів, що звісно зменшує рівень задоволення інших учасників, визначають вихідну суперечливість розвитку системи та вимагають знаходження компромісних рішень. Ці рішення істотно залежать і від оточення соціальної системи – природного середовища та економічної сфери, на які впливає й сама соціальна система. Цю взаємодію планується розглянути в подальших роботах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Повестка дня на XXI век. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992. года [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml.
2. Nachhaltigkeit im organisch-chemischen Praktikum [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.oc-praktikum.de>.
3. Шауэр Т. Влияние технологий информационного общества на устойчивое развитие [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.new.e-ukraine.org.ua/publications/is/Schauer%20-%20impact%20of%20IS.htm>.
4. Садовенко А., Масловська Л., Серета В., Тимочко Т. Сталий розвиток суспільства: навчальний посібник. – 2 вид. – К.; 2011. – 392 с.
5. Alois Frotschnig, Matthias Ottitsch and Klaus Tochtermann (1999): A Strategic Alliance for a Sustainable Information Society, IPTS-report No.32.
6. Білорус О.Г. Мацейко Ю.М.Глобальна перспектива і сталий розвиток. – К.: МАУП, 2005. – 492 с.
7. Социальная роль. Википедия [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org>.
8. Психология личности: личностью не рождаются? <http://psydom.ru/articles/psihologiya-lichnosti>.
9. Социальные роли личности [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.smolsoc.ru/index.php/home/2009-12-24-13-38-54/32-2010-08-30-11-31-52/1047-2011-01-26-08-07-13>.
10. Социальные роли. Виды и характеристики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rb.ru/inform/88227.html>.
11. Личность как субъект общественных отношений [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.grandars.ru/college/sociologiya/lichnost.html>.
12. Васильева О.С., Демченко Е.А. Изучение основных характеристик жизненной стратегии человека // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.hr-portal.ru/article/izuchenie-osnovnyh-harakteristik-zhiznennoy-strategii-chelovekaizuchenie-osnovnyh>.
13. Абульханова-Славская К.А. Стратегия жизни. М.: Мысль, 1991.
14. Резник Т.Е., Резник Ю.М. Жизненные стратегии личности: поиск альтернатив. Вып 2. М.: Деловое содействие, 1995.
15. Kasser T., Ryan R.M. Further examining the American dream: The differential correlates of intrinsic and extrinsic goals // Pers. Soc. Psychol. Bull. 1996. V. 22. P. 7887.
16. Захаров С., Захарова А. Жизненные стратегии и жизненные сценарии потребителей // Маркетинг и маркетинговые исследования, М., № 6 за 2006 г. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.e-xecutive.ru/community/articles/1763834>.
17. Маслоу А. Психология бытия. М.: Рефлбук, 1997.

18. Психологи перестроили пирамиду потребностей Маслоу [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://podrobnosti.ua/kaleidoscope/2010/08/21/709813.html>.
19. Долгов Ю.Н., Смотров Т.Н. Типология жизненных стратегий личности // Материалы международной заочной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития педагогики и психологии», 24 октября 2011 г.
20. Минева О.И. Основы социологии и политологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vtk34.narod.ru/mineeva_osn_soc_i_polit/book/book4.htm#3.
21. Кармадонов О.А. Престиж и пафос как жизненные стратегии социоэкономической группы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.irex.ru/press/pub/polemika/07/kar/>.
22. Тоффлер Э. Третья волна /Пер. с англ. – М.: ООО «Фирма Издательство АТС», 1999. – 784 с.
23. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования. / Пер. с англ. – М.: Academia, 1999. – 956 с.
24. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура. / Пер. с англ. – М.: ГУ ВШЭ, 2000. – 608 с.
25. Передумови становлення інформаційного суспільства в Україні. Баховець О.Б., Грінченко Т.О., Гуляев К.Д., Полумієнко С.К., Рибаків Л.О., Тюрін В.В. / За ред. Довгого С.О. – Азимут-Україна, 2008. – 288 с.
26. Боссель Х. Показатели устойчивого развития: Теория, метод, практическое использование / Международный институт устойчивого развития. – Тюмень : Изд. Института проблем освоения Севера СО РАН, 2001. – 121 с.
27. Сталій розвиток промислового регіону: соціальні аспекти. / О.Ф. Новікова, О.І. Амоша, В.П. Антонюк та ін.; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. – Донецьк, 2012. – 534 с.
28. Воробьев Н.Н. Коалиционные игры // Теория вероятностей и ее применения. – 1967. – Т. XII. – № 2. С. 67 – 81.
29. Ауман Р., Шепли Л. Значения для неатомических игр. – М.: Мир, 1977. – 357 с.

Стаття надійшла до редакції 27.10.2014

**ІНДУКТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РИЗИКІВ ЗБИТКІВ ВІД
РУЙНІВНИХ ПОВЕНЕЙ В БАСЕЙНІ Р. ТИСА ЗА ЕМПІРИЧНИМИ ДАНИМИ
З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛЕЙ РЕГРЕСІЙНОГО ТИПУ**

***Анотація.** За даними рядів динаміки значень збитків від руйнівних повеней в басейні р. Тиса та максимальних витрат води р. Тиса, що визначалися на гідрометричному посту Вилок, розглянуто задачу індуктивного моделювання ризиків збитків як добутоків збитків та ймовірностей перевищення максимальних витрат води з використанням моделей регресійного типу.*

***Ключові слова:** ймовірність перевищення, індуктивне моделювання, максимальні витрати води, ризики збитків, ряди динаміки, ситуаційні регресійні моделі.*

***Аннотация.** На основе динамических рядов убытков от разрушительных паводков в бассейне р. Тиса и максимальных расходов воды р. Тиса, которые определялись на гидрометрическом посту Вилок, рассмотрено задачу индуктивного моделирования рисков убытков как произведений убытков и вероятностей превышения максимальных расходов воды с использованием моделей регрессионного типа.*

***Ключевые слова:** вероятность превышения, индуктивное моделирование, максимальные потери воды, риски убытков, ряды динамики, ситуационные регрессионные модели.*

***Abstract.** According to the time series of values of losses of devastating floods in the basin of Tisza and maximum water discharges of the river Tisza, which were identified on the hydrometric post of Vylok, the problem of inductive modeling the risks of losses as products of damage and probability of exceeding the maximum water discharge using the regression type models was examined.*

***Keywords:** probability of exceeding, inductive modeling, maximum water loss exposures, a series of dynamics, situational regression model.*

Вступ

Традиційні підходи до побудови математичних моделей за емпіричними даними ґрунтуються на принципі оптимізації. Однак навіть в найбільш простих задачах моделювання за емпіричними даними, з використанням моделей регресійного типу, принцип оптимізації, який передбачає вихід на ряд граничних обмежень, не завжди виконується [1, 2]. Задача оптимізації може ускладнюватися зі збільшенням кількості емпіричних даних, розмірності моделі за рахунок врахування додаткових факторів і параметрів, нелінійних ефектів тощо. Все це може призводити до посилення невизначеності прогнозування [3, 4].

Введення в модель додаткових незалежних змінних в умовах немонотонних рядів динаміки зазвичай не здатне зняти проблему гетероскедастичності моделі (неоднорідності дисперсії). При цьому додатковою проблемою може стати кореляція між пояснюючими (екзогенними) змінними багатфакторної моделі (мультиколінеарність). В умовах мультиколінеарності коефіцієнти регресії стають у край нестійкими до малих змін у даних, що порушує стійкість розв'язків при відшукуванні невідомих параметрів моделі.

Побудова таких моделей регресійного типу як авторегресійні, дистрибутивно-лагові тощо, в яких враховується авторегресія та фактор часу також не завжди приносить успіх.

1. Новий підхід до моделювання за емпіричними даними з використанням регресійних моделей

Пропонується підхід до моделювання різних економічних, екологічних та соціальних процесів за емпіричними даними, що ґрунтується на побудові ситуаційних і індуктивних моделей регресійного типу. Ситуаційні моделі, зазвичай у вигляді простих, однофакторних регресій, адаптуються до вибіркового ряду динаміки залежної і незалежної змінних моделі, які характеризуються монотонністю або квазістаціонарністю (ми це називатимемо однорідним прогнозним фоном) на відповідних часових інтервалах. Побудовані таким чином ситуаційні моделі вважаються адекватними на цих часових інтервалах. Далі результати ситуаційного моделювання (модельні дані) формують підставу (базу) для наступної побудови індуктивних моделей, де враховуються особливості еволюції ендогенної змінної в часі. Загальна математична модель при такій постановці задачі являє собою сімейство індуктивних моделей як моделей «рівнів», представлених у вигляді регресій модельних значень, трендів або комбінацій трендів та регресій для залишків трендів модельних значень ендогенної змінної, що встановлюються за ситуаційними моделями минулих періодів, в тому числі, при необхідності, – від деяких похідних параметрів незалежних змінних. При цьому прогнозування може здійснюватися як на основі ситуаційних моделей, за допомогою яких відслідковується поведінка ендогенної змінної в межах інтервалів часу з однорідним прогнозним фоном, за даними яких ситуаційні моделі можуть вважатися адекватними, так і на основі індуктивних моделей, за допомогою яких відслідковується еволюція ситуаційних моделей як фазових портретів минулих станів динамічної системи і можуть встановлюватися ситуаційні моделі для визначення залежної змінної для майбутніх періодів [5, 6].

При такій постановці задачі в якості рівнянь зв'язку при побудові ситуаційних і індуктивних моделей можуть використовуватися відносно прості залежності, що легко адаптуються до нових даних та змін прогнозного фону в рядах динаміки. При необхідності можуть враховуватися лаги між змінними моделей. Допускається модифікація змінних моделі з метою побудови адекватних ситуаційних і індуктивних моделей для цілей прогнозування.

Під ситуаційною моделлю далі будемо розуміти модель, адаптовану до певної ситуації (прогнозного фону) і яка є адекватною в цій ситуації, що розгортається протягом обмеженого періоду часу.

Прогнозний фон характеризується як сукупність зовнішніх і/або внутрішніх умов, істотних для вибору структури моделі з метою прогнозування.

Ситуаційні моделі, по суті, відображають окремі фазові стани динамічної системи, що досліджується, на різних інтервалах часу. При цьому перехід від однієї регресійної моделі до іншої, які визначають сусідні фазові стани системи, може відбуватися немонотонно (стрибкоподібно) [5].

Ситуаційні моделі будуються на основі рядів актуальних (фактичних) емпіричних даних – фізичних даних, отриманих в результаті безпосередніх спостережень, вимірювань тощо. Ситуаційні моделі можуть використовуватися для оперативного прогнозування.

Індуктивна модель – це модель, отримана з узагальнення (ансамблю) кількох моделей (ситуаційних або індуктивних). Будується на основі рядів модельних даних, що являють собою результати статистичної обробки даних і/або ситуаційного моделювання.

Індуктивна модель, отримана з узагальнення кількох (сімейства) ситуаційних моделей, може охоплювати кілька кластерів актуальних даних і, таким чином, відображає еволюцію модельних значень результуючої змінної стану динамічної системи в часі. Індуктивні можуть використовуватися для довгострокового прогнозування.

Метою роботи є демонстрація принципової можливості адекватного довгострокового прогнозування за допомогою побудованих відповідним чином індуктивних моделей за рядами емпіричних даних.

2. Моделювання ризиків збитків від руйнівних повеней в басейні р. Тиса

Ряд динаміки зафіксованих збитків від руйнівних повеней в басейні р. Тиса в межах Закарпатської області України наведено на рис. 1. Ряд збитків в цілому є нестационарним, немонотонним і характеризується загальною тенденцією до наростання збитків в часі на фоні стаціонарного, без вираженого тренду, ряду максимальних витрат води р. Тиса, що визначалися на гідрометричному посту Вилок (рис. 2).

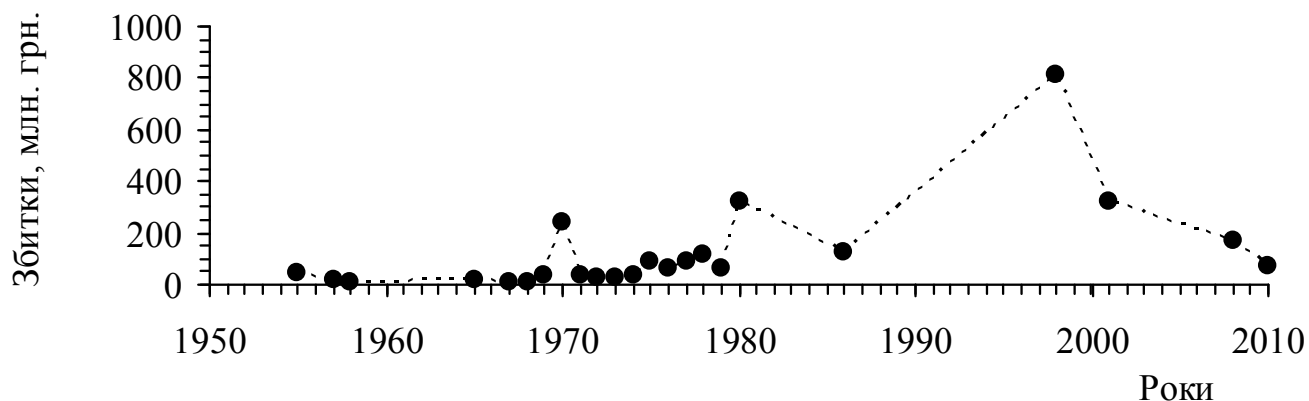


Рисунок 1 – Ряд динаміки збитків від руйнівних повеней в басейні р. Тиса

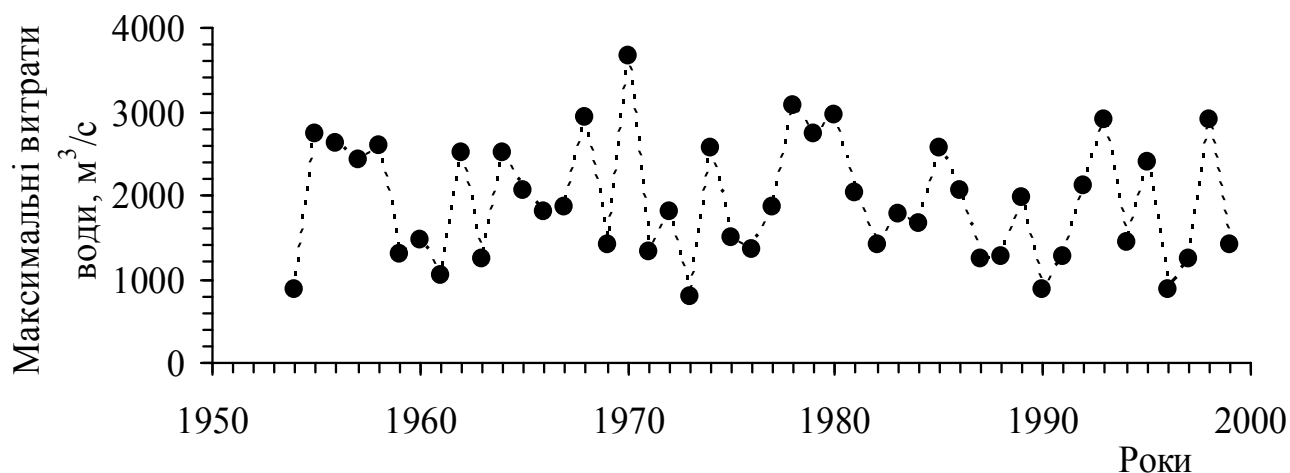


Рисунок 2 – Спостережені максимальні витрати води паводків на р. Тиса (гідрометричний пост Вилок, Закарпатська область)

Однак візуальний аналіз вибіркового ряду динаміки збитків (рис. 3) на проміжку 1957–1979 р. р. (рис. 3), дозволяє виділити три характерні кластери відносної стаціонарності або монотонності ряду збитків:

- 1) 1957–1969 р. р.;
- 2) 1970–1974 р. р.;
- 3) 1975–1979 р. р.

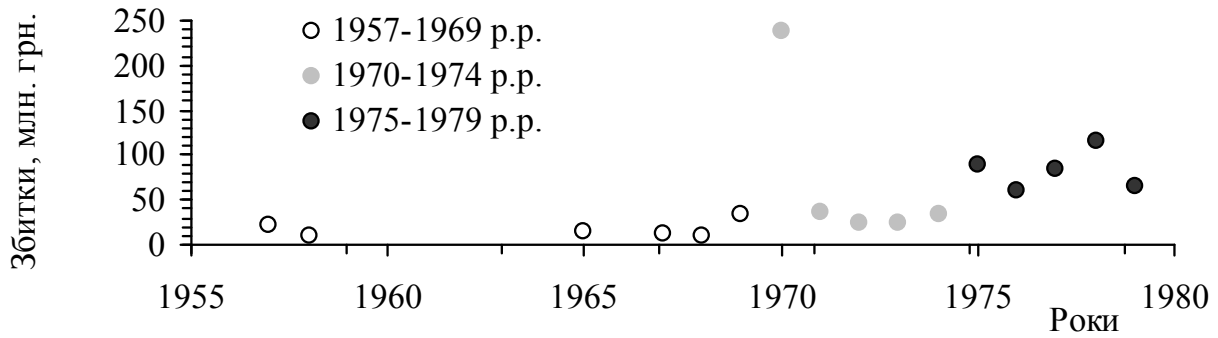


Рисунок 3 – Виділення характерних кластерів відносної стаціонарності або монотонності ряду динаміки збитків

З метою можливості використання відповідних вибірових рядів динаміки (кластерів) для побудови ситуаційних регресійних моделей було проведено кореляційний аналіз даних. Аналізувалися кореляційні зв'язки між збитками та максимальними витратами води на відповідних проміжках часу: 1) з 1957 р. по 1969 р.; 2) з 1970 р. по 1974 р.; 3) з 1975 р. по 1979 р. В результаті на всіх трьох виділених проміжках часу було встановлено добру кореляційну залежність між значеннями максимальної витрати води, як екзогенної змінної, та значеннями ризику збитків $R(D_i)$, як ендогенної змінної, які визначалися як добуток значень збитків D_i від повеней та емпіричних ймовірностей перевищення \hat{P}_i відповідних їм значень максимальних витрат води, що при цьому спостерігалися:

$$R(D_i) = D_i \cdot \hat{P}_i. \tag{1}$$

Тут ймовірності \hat{P}_i визначалися за формулою Н.Н. Чегодаєва [7]:

$$\hat{P}(m) = \frac{m - 0,3}{n + 0,4}, \tag{2}$$

де m – порядковий номер члена упорядкованого у порядку спадання варіаційного ряду; n – загальна кількість членів ряду максимальних витрат води р. Тиса, що спостерігалися на гідрологічному посту Вилочок з 1954 р. по 1979 р. Результати розрахунків зведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Ретроспективні ризики збитків від руйнівних повеней в басейні р. Тиса за даними 1957–1979 р. р.

Роки	Збитки, млн. грн.	Максимальна витрата, м ³ /с	\hat{P}_i , 1/рік	$R(D_i)$, млн. грн. / рік
1	2	3	4	5
1957	21,3	2410	0,405303	8,632955
1958	9,8	2600	0,253788	2,487121
1965	14,2	2070	0,443182	6,293182
1967	10,9	1860	0,481061	5,243561
1968	10,4	2930	0,102273	1,063636
1969	34,4	1420	0,708333	24,36667

1	2	3	4	5
1970	237	3650	0,026515	6,284091
1971	35,5	1310	0,784091	27,83523
1972	24	1790	0,594697	14,27273
1973	23,5	783	0,973485	22,87689
1974	33,6	2560	0,291667	9,8
1975	87,9	1500	0,632576	55,60341
1976	60,1	1350	0,746212	44,84735
1977	85,2	1860	0,481061	40,98636
1978	115,8	3060	0,064394	7,456818
1979	64,4	2720	0,17803	11,46515

Коефіцієнти кореляції r між ризиками збитків та максимальними витратами води для виділених часових інтервалів, відповідно, склали: 1) з 1957 р. по 1969 р., $r = -0,8161$; 2) з 1970 р. по 1974 р., $r = -0,8852$; 3) з 1975 р. по 1979 р., $r = -0,9632$.

За результатами кореляційного аналізу було побудовано три ситуаційні регресійні моделі залежності ризиків збитків від максимальних витрат води, які наведено на рис. 4.

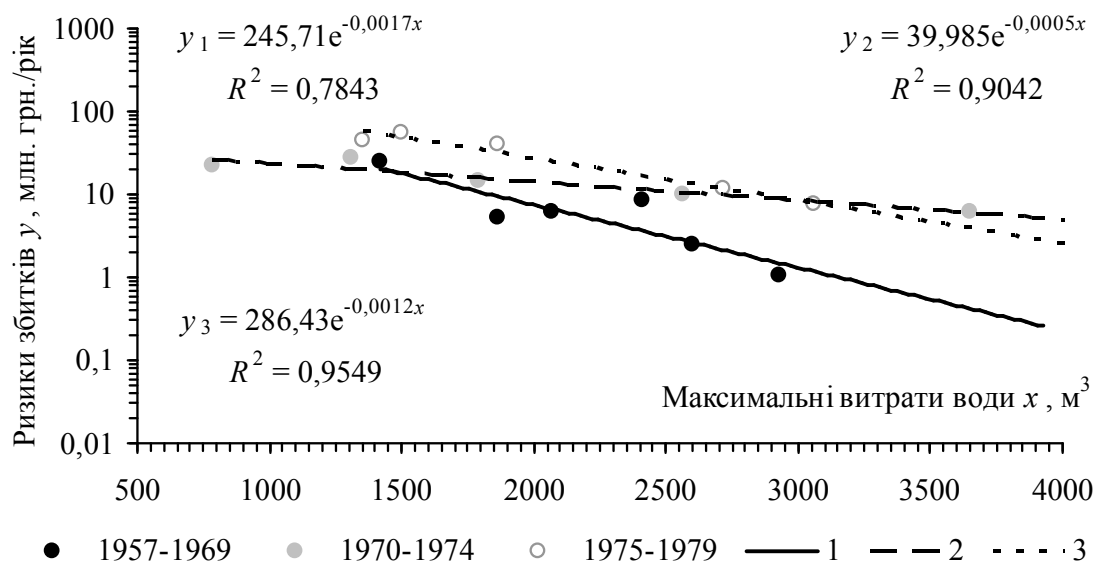


Рисунок 4 – Ситуаційні регресійні моделі залежності ризиків збитків в басейні р. Тиса від максимальних витрат води р. Тиса на гідрологічному посту Вилोक на інтервалі 1957–1979 р. р.

Ситуаційні моделі залежності ризиків збитків в басейні р. Тиса від максимальних витрат води на гідрологічному посту Вилोक, які зображено на рис. 4, володіють високими коефіцієнтами детермінації (R^2) і можуть вважатися адекватними на вибраних інтервалах: 1) з 1957 р. по 1969 р.; 2) з 1970 р. по 1974 р.; 3) з 1975 р. по 1979 р. Відповідно, на основі модельних значень ризиків збитків, отриманих при фіксованих витратах води за допомогою цих ситуаційних моделей, можуть бути побудовані індуктивні моделі (моделі «рівнів»), які, відображаючи еволюцію модельних значень ризику збитків, дозволять відтворити перспективні ситуаційні моделі ризику на заданих періодах упередження прогнозу.

На рис. 5 наведено сімейства індуктивних моделей, виконаних у вигляді трендів на кінець деякого інтервалу часу (а) та на його початок (б) (модельні значення згідно з

рівняннями регресій, які зображено на рис. 4, встановлювалися, відповідно, на кінець і на початок виділених часових інтервалів).

З метою тестування адекватності індуктивних моделей (рис. 5), що будувалися на основі ситуаційних моделей (рис. 4), виконувалася перевірка відповідності між фактичними ризиками збитків від руйнівних повеней, що сталися в 1980, 1986 та 1998 рр. (значення збитків 325 млн грн, 127,9 млн грн, 810 млн грн., відповідно) та їх прогнозними значеннями. Прогнозування на основі індуктивних моделей здійснювалося при спостережених максимальних витратах води р. Тиса на гідрологічному посту Вилोक в 1980, 1986 та 1998 рр., які склали, відповідно, 2970 м³/с, 2050 м³/с, 2900 м³/с. Емпіричні ймовірності перевищення (0,05819; 0,403017; 0,122845), 1/рік, відповідних витрат води перераховувалися для ряду, який охоплював період спостережень з 1954 р. по 1998 р.

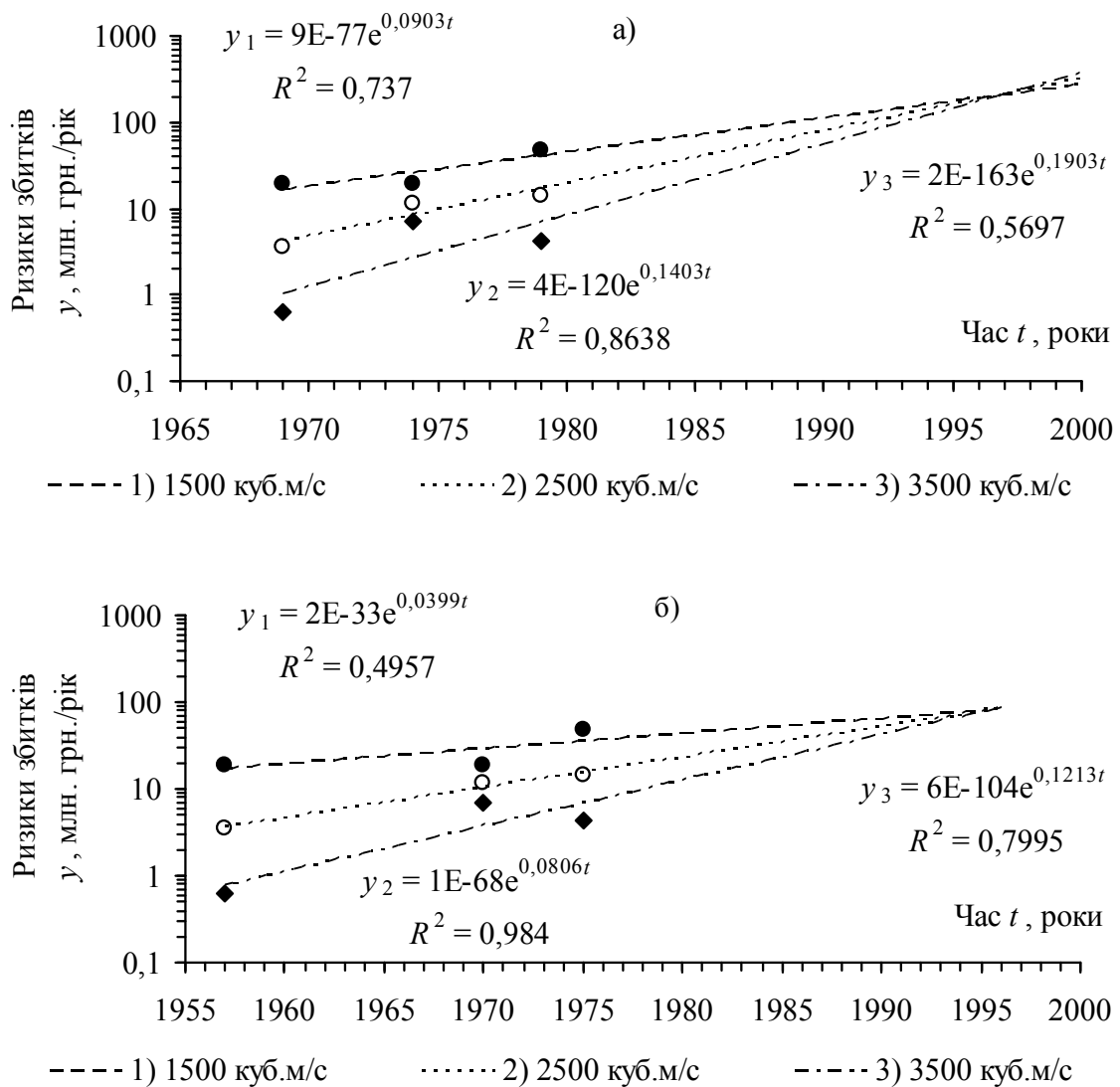


Рисунок 5 – Індуктивні моделі залежності ризиків збитків в басейні р. Тиса від максимальних витрат води р. Тиса на гідрологічному посту Вилोक (за модельними даними з рис. 4)

Результати співставлення фактичних ризиків збитків та їх прогнозних значень наведено на рис. 6.

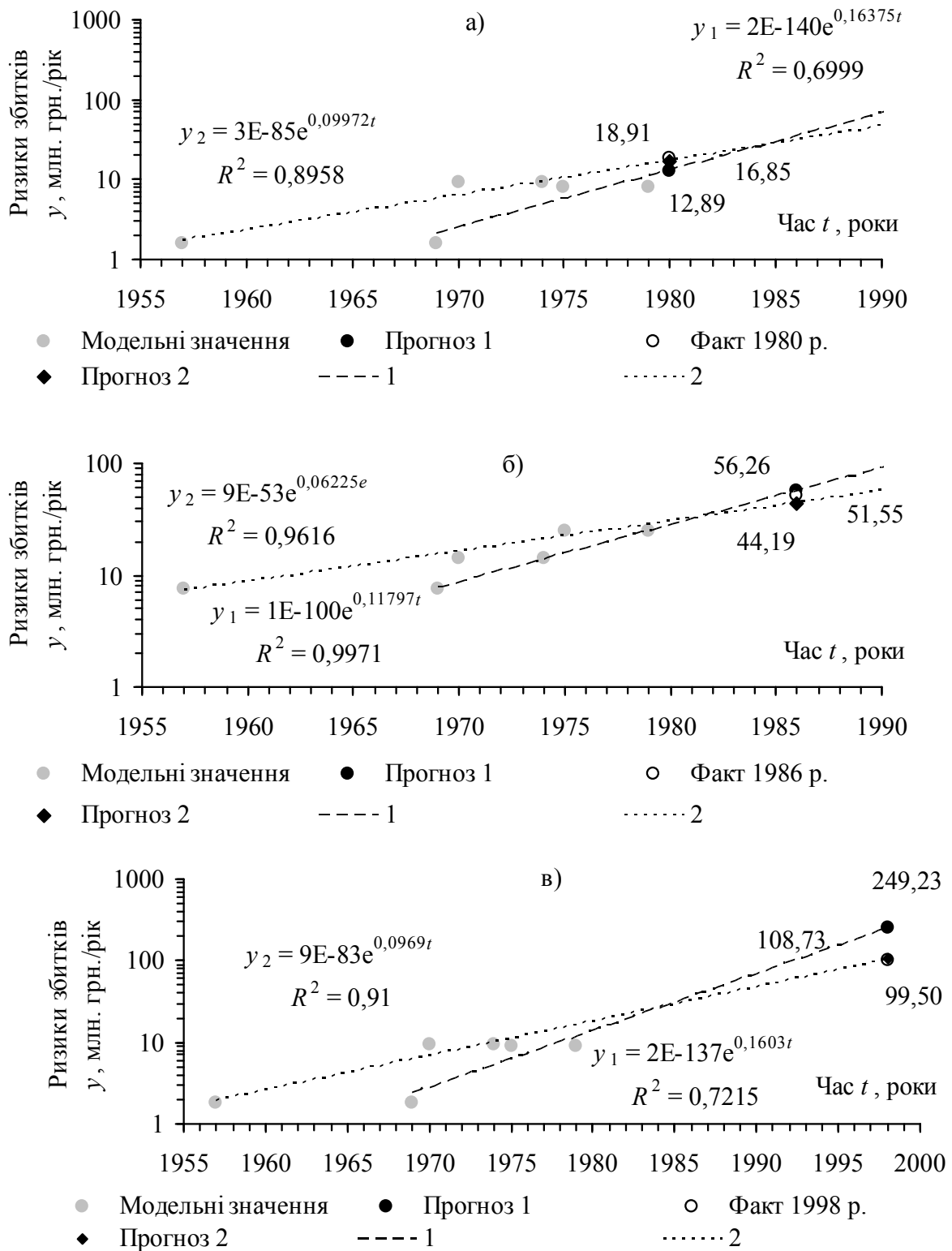


Рисунок 6 – Результати співставлення фактичних ризиків збитків та результатів їх прогнозування для повеней 1980 р. (а), 1986 р. (б), 1990 р. (в)

Виконувалися два прогнози:

- прогноз 1 – прогнозна оцінка ризику збитків для відповідного року як для останнього року на відповідному ситуаційному інтервалі;
- прогноз 2 – прогнозна оцінка ризику збитків для відповідного року як для першого року на відповідному ситуаційному інтервалі.

Фактичний ризик збитків в 1980 р. склав 18,91 млн грн/рік. Найближче до фактичного значення ризику дав прогноз на 1980 р. як на початок нового ситуаційного інтервалу при похибці прогнозування близько 11%.

Фактичний ризик збитків в 1986 р. склав 51,55 млн грн/рік. Найближче до фактичного значення ризику дав прогноз на 1986 р. як на кінець нового ситуаційного інтервалу при похибці прогнозування трохи більше за 9%.

Фактичний ризик збитків в 1998 р. склав 99,50 млн грн/рік. Найближче до фактичного значення ризику дав прогноз на 1998 р. як на початок нового ситуаційного інтервалу при похибці прогнозування близько 9,3%.

Слід відмітити, що на точність прогнозування, особливо на віддалену перспективу, коли ми не можемо достеменно встановити рамки окремих ситуаційних інтервалів на заданому горизонті прогнозування, може суттєво вплинути вибір індуктивної моделі як прогнозної моделі на початок чи кінець ситуаційного інтервалу, що вкладається у вибраний горизонт прогнозування. Зокрема, похибка прогнозування на 1998 р. як на кінець деякого перспективного ситуаційного інтервалу в нашому прикладі перевищила 150%.

Висновки

Встановлено, що вибіркоким рядам динаміки збитків від повеней, що відбуваються в басейні р. Тиса, можуть відповідати адекватні ситуаційні регресійні моделі залежності ризиків збитків від максимальних витрат води р. Тиса на гідрометричному посту Вилок. Показано, що на основі модельних значень ризиків збитків, отриманих за допомогою ситуаційних регресійних моделей, можна побудувати індуктивні моделі, які дозволять відтворити перспективні ситуаційні моделі ризиків збитків від повеней в басейні р. Тиса на заданих періодах упередження прогнозу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тихонов А.Н. Регуляризирующие алгоритмы и априорная информация / А.Н. Тихонов, А.В. Гончарский и др. – М: Наука, 1983. – 198 с.
2. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа / Н.Н. Моисеев. – М.: Наука, 1981. – 487 с.
3. Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д. Використання нечіткої міри для подолання невизначеності довгострокових прогнозів на основі екстраполяцій / Ю.Д. Стефанишина-Гаврилюк, Д.В. Стефанишин // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2013. – № 4. – С. 99 – 110.
4. Стефанишин Д.В. Про невизначеність прогнозування за даними спостережень / Д.В. Стефанишин // Всеукраїнська науково-практична конференція (ПІКТ – 2013). Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки. Тези доповідей. ЧНУ. 27–31 травня, 2013 р. – Чернівці: Видавничий дім «Родовід», 2013. С. 61 – 62.
5. Stefanyshyn D.V. A Method of Forecasting of Indexes of Dynamic System that evolves slowly, based on Time Series Analysis / D.V. Stefanyshyn // Proc. of 4th Int. Conf. on Inductive Modelling. Kyiv, Ukraine, September 16-20, 2013. – P.P. 221 – 224.
6. Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д. Про один підхід до прогнозного моделювання поведінки складної системи за натурними даними / Ю.Д. Стефанишина-Гаврилюк, Д.В. Стефанишин // Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки (ПІКТ – 2014). Праці III-ї міжнародної науково-практичної конференції. Тези доповідей. ЧНУ. 27–30 травня, 2014 р. – Чернівці: Видавничий дім «Родовід», 2014. С. 72 – 73.
7. Железняков Г.В. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока / Под ред. Г.В. Железнякова. – М.: Колос. – 1984. – 205 с.

Стаття надійшла до редакції 17.11.2014

В.А. УСТИМЕНКО, І.В. КРЕМЕНОВСЬКА

ПЕРСПЕКВИ ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ ПУБЛІЧНОЇ ВЛАСНОСТІ В УКРАЇНІ

***Анотація.** Статтю присвячено обґрунтуванню необхідності запровадження єдиних підходів до оцінювання ефективності управління всіма об'єктами права публічної власності. Аргументовано, що скорочення державного та комунального секторів економіки, що відбувається протягом останніх років, справляє негативний вплив на стан забезпечення економічного суверенітету держави. На основі аналізу положень чинного законодавства виявлено низку протиріч і недоліків. Показано переваги застосування математичних методів і на окремих практичних прикладах та запропоновано їх можливе використання.*

***Ключові слова:** публічна власність, економічний суверенітет, математичні методи, вибірка, критерії, моделювання, приватизація, оцінка ефективності, дисперсія, синтез, регрес-аналіз.*

***Аннотация.** Статья посвящена обоснованию необходимости внедрения единых подходов к оценке эффективности управления всеми объектами права публичной собственности. Аргументировано, что сокращение государственного и коммунального секторов экономики, происходящее в последние годы, оказывает негативное влияние на состояние обеспечения экономического суверенитета государства. На основе анализа положений действующего законодательства выявлен ряд противоречий и недостатков. Показаны преимущества применения математических методов и предложено их возможное использование.*

***Ключевые слова:** публичная собственность, экономический суверенитет, математические методы, выборка, критерии, моделирование, приватизация, оценка эффективности, дисперсия, синтез, регресс-анализ.*

***Abstract.** Article seeks to substantiate the need for the introduction of common approaches to evaluating the effectiveness of the management of all objects of the right of public property. Argued that the reduction of state and municipal sectors, occurring in recent years, has a negative impact on the provision of economic sovereignty of the state. The advantages of the application of mathematical methods and on some practical examples suggested their possible use to assess the performance of the business entities of various forms of ownership.*

***Keywords:** public ownership, economic sovereignty, mathematical methods, sampling criteria, modeling, privatization, performance evaluation, variance, synthesis, regression analysis.*

Вступ

Управління об'єктами матеріально-економічної бази держави, в т.ч. стратегічними, має ґрунтуватися на результатах комплексної та об'єктивної оцінки ефективності їх використання, а це можливо лише за умов раціонального співвідношення різних форм власності (основного капіталу), для визначення якого необхідна наявність системи прогнозування. Для захисту економічного суверенітету держави та подолання кризових явищ у соціальній сфері очевидно необхідним є призупинення процесів подальшої приватизації підприємств і їх цілісних майнових комплексів, які мають стратегічне значення, а саме: паливно-енергетичного комплексу, металургії, машинобудування, військово-промислового комплексу, високоприбуткових підприємств у інших галузях, транспорту, системи

телекомунікацій, зв'язку та інфраструктури. Одночасно потребує свого розв'язання проблема пошуку можливості повернення державі базових галузей промисловості.

У науковій літературі окремі результати досліджень цієї тематики репрезентовано переважно у працях учених-економістів і юристів – А.О. Азарової, О.В. Рузакової, Р.А. Джабраїлова, В.І. Ляшенка, Ю.В. Макогона, В.К. Мамутова, В.А. Панкова, а окремі питання та деякі практичні аспекти, що безпосередньо пов'язані з використанням математичних методів моделювання систем – у працях фахівців у галузі фізико-математичних та суміжних галузей знань – Н.П. Каревіної, О.О. Кряжич, М.В. Олійник та інших науковців. З огляду на наявну розрізненість висновків і міждисциплінарний характер проблематики оцінювання ефективності функціонування різних господарюючих суб'єктів, існує об'єктивна потреба у здійсненні подальших досліджень у цьому напрямі з метою вироблення узагальненого та, певною мірою, більш універсального підходу до розв'язання існуючих проблем.

1. Економіко-правові проблеми

Стосовно правового забезпечення ефективного управління об'єктами публічної власності слід зазначити, що ця проблематика є одним з принципово нових і таких, що перебувають на етапі свого становлення й утвердження, напрямом наукових досліджень, при цьому категорія «публічна власність», так само, як і «публічний інтерес» наразі не одержала свого закріплення на рівні нормативно-правових актів. На думку В.К. Мамутова, під публічною власністю слід розуміти власність державну, комунальну, громадських організацій і створюваних ними соціальних підприємств [1]. Слід цілком погодитися з наведеним визначенням, оскільки саме такий підхід відповідає зафіксованим у законодавстві положенням щодо функцій суб'єктів забезпечення національної безпеки України, до яких віднесено і практично всі державні структури, і органи місцевого самоврядування, і крім них – також громадян та їх об'єднання (ст. 4 Закону України «Про основи національної безпеки України») [2]. Об'єкти права державної та комунальної власності забезпечують задоволення як потреб населення в отриманні гарантованого державою обсягу послуг, так і становлять оплот національної економічної безпеки [3].

У сучасній економічній системі України скорочення обсягу державного сектору з позицій урядової політики взагалі не прийнято розглядати як негативну тенденцію. Навпаки, це визначено як основну мету, що пов'язана з подальшими ринковими перетвореннями. Як зазначають А.О. Азарова та О.В. Рузакова, поглиблення ринкових реформ в Україні передбачає здійснення широкомасштабної реструктуризації підприємств з метою забезпечення інноваційного розвитку базових галузей економіки, підвищення конкурентоспроможності продукції вітчизняних виробників і в кінцевому результаті – поліпшення фінансового стану суб'єктів господарювання [4]. Однак, із року в рік все більш очевидною стає наявність серйозних прорахунків у загальній політиці у сфері приватизації: передусім, це не сприяє поповненню державного бюджету і, як наслідок, відбивається на рівні доходів громадян.

В Україні сьогодні, як ніколи, актуальними стали питання націоналізації майна, що було незаконно чи зі значними порушеннями процедури переведено у приватну власність. Так, уперше пропозицію щодо повернення у державну власність Межигір'я, яка з 1935 р. по 2007 р. була державною урядовою резиденцією, було висловлено 22 лютого 2014 р. на засіданні Верховної Ради України. А наступного дня Верховною Радою України було прийнято постанову «Про повернення урядової резиденції «Межигір'я» у державну власність» за № 762-VII. У квітні 2014 р., після проведення відповідної перевірки, Генеральною прокуратурою України було встановлено, що земельні ділянки, що належать до території Межигір'я загальною площею майже 130 га передані в оренду та в подальшому продані з порушенням вимог ст. ст. 142, 149 Земельного кодексу України. Зокрема, вказані ділянки були відчужені розпорядженнями Вишгородської районної державної адміністрації,

хоча вилучення, передача в оренду та подальший продаж земель рекреаційного призначення належать до компетенції Кабінету Міністрів України.

За результатами перевірок прокуратурою було пред'явлено позови про скасування розпоряджень, визнання недійсними державних актів та витребування земель площею 129,28 га вартістю понад 105 млн. грн. на користь держави.

Прийнятий державою у процесі формування національної економіки курс на всеосяжну та прискорену приватизацію, за твердженням В.А. Панкова, жодним чином не співвідноситься із сучасними загальносвітовими тенденціями і практикою еволюційного перетворення відносин власності, й багато в чому копіює негативний досвід Росії. В жодній країні світу роздержавлення і приватизація не відбувалися за планом і в історично короткі терміни. Проте, на відміну від західного досвіду, як на Росії, так і в Україні, приватизаційному процесові було надано яскраво виражений адміністративно-розпорядчий порядок [5]. Як констатується у тексті Закону України «Про Державну програму приватизації», прийнятого у вересні 2012 року, «процес приватизації державного майна сприяв накопиченню об'єктів приватної власності, зробив незворотними ринкові перетворення» [6].

У 1998 р. питома вага кількості приватних підприємств у промисловості становила в середньому по країні 1%, а в 2000 – 1,6%. До 2001 ситуація змінилася. В цілому по Україні внесок державних промислових підприємств у національну економіку знизився до 22,9%. До 2003 було приватизовано близько 50% державного майна [7]. За такої тенденції, яка до 2012 р. вже перетворилася на свого роду державну стратегію та стала подаватися як важливе «завдання» і «пріоритет» економічного розвитку, не простежується одного найбільш значущого елемента – збереження балансу між різними формами власності. Як окремий приклад, у 2012 р. відбулася приватизація низки підприємств енергетики та газопостачання. Наступного року аналогічна ситуація склалася з підприємствами інших галузей, зокрема вугледобувної. Збиткові шахти розпродавалися за символічною ціною, а серед покупців обирався той, хто здатний більше вкласти у розвиток шахти. В такий спосіб було розпродано близько 170 державних шахт. Як наслідок, збільшилася кількість нелегальних шахт-«копанок», тобто одночасно держава втратила більшу частину податкових надходжень, люди втратили постійну роботу, а нові власники приватизованих шахт нерідко навмисно доводили їх до банкрутства з метою розпродажу залишків майна.

За планом приватизації окремих об'єктів державної власності, зокрема, «Нафтогазу», очікуються надходження у розмірі на рівні 40–60 млрд. грн., проте тільки статутний капітал «Нафтогаз» становить 45,84 млрд. грн. При цьому також готуються до продажу такі підприємства, як ДАТ «Магістральні трубопроводи «Дружба», ДАТ «Чорноморнафтогаз», «Укрспецтрансгаз», а це – флагмани галузі, що є стратегічно важливими для країни [8, с. 6]. Щодо ДАТ «Чорноморнафтогаз» слід також додати, що після анексії території Кримського півострова незаконним парламентом Автономної Республіки Крим (постанову «Про дострокове припинення повноважень Верховної Ради Автономної Республіки Крим» було ухвалено Верховною Радою України 14 березня 2014 р.) було прийнято постанову «Про незалежність Криму», в якій містилися «норми» про суверенітет півострова та «націоналізацію» власності України, що знаходиться на території АРК, на користь Криму. Так, згодом усі об'єкти й офіси ДАТ «Чорноморнафтогаз» на території кримського півострову було захоплено, а функції управління ними перебрав на себе російський «Газпром». За даними Міністерства юстиції України, загалом збитки держави від анексії території Автономної Республіки Крим сягнули 950 млрд. грн., без урахування упущеної вигоди та корисних копалин.

Відповідно до висновків учених про необхідність системного підходу до підвищення потенціалу корпоративного управління на засадах забезпечення органічної єдності державного регулювання з внутрішньофірмовим менеджментом, не може вважатися сумісною із загальнодержавною політикою піднесення конкурентоспроможності української економіки втрата державою реального контролю над таким, що набирає обертів, процесом

втрати працездатності (практично безоплатно) найкращих активів вітчизняних підприємств, які включено до списку стратегічних об'єктів [9].

2. Аналіз нормативно-правових положень

Для визначення рівня впливу відносин публічної власності на економіко-правові основи забезпечення суверенітету держави необхідне удосконалення застосовуваних методик оцінки результатів діяльності не тільки державних підприємств, але і комунальних, а також усіх інших, що функціонують на внутрішньому ринку, суб'єктів господарювання. Подолання існуючої неузгодженості у визначенні підстав і критеріїв прийняття рішень про розпорядження об'єктами права державної власності можливе за умови впровадження однакової практики системного аналізу ефективності: по-перше, управління об'єктами публічної власності і, по-друге, контролю за діяльністю недержавних комерційних суб'єктів господарювання. Насамперед, оцінка результатів діяльності будь-яких суб'єктів господарювання повинна відповідати вимогам об'єктивності та відображати реальний економічний ефект від їх функціонування, в тому числі з урахуванням форми власності, на якій їх засновано.

Своєю чергою, оцінка рівня ефективності управління об'єктами публічної власності має здійснюватися за єдиною методикою і ґрунтуватися на однакових економічних критеріях (варіюються за галузевою ознакою), які дозволяли б об'єктивно підходити до визначення ступеня задоволення інтересів держави та суспільства в цілому при використанні тих чи інших об'єктів публічної власності.

Чинними нормативно-правовими актами України передбачено критерії ефективності управління об'єктами права державної власності, що затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 19 червня 2007 р. № 832. Як випливає з тексту цієї Постанови, критерії визначення ефективності управління об'єктами державної власності (далі – Критерії) встановлюються з метою оцінки ефективності виконання за звітний період центральними та місцевими органами виконавчої влади, іншими органами, що здійснюють управління об'єктами державної власності (далі – суб'єкт управління), обов'язків, визначених відповідно до законодавства [10]. Таким чином, оцінкою охоплюється лише діяльність підприємств державного сектору економіки, водночас про ефективність суб'єктів господарювання комунального сектору не згадується (при цьому слід зауважити, що й іншими нормативно-правовими актами для цієї категорії суб'єктів не встановлено чітких критеріїв оцінки ефективності). Така «прогалина» у законодавстві фактично виключає можливість здійснення моніторингу діяльності підприємств та інших господарюючих суб'єктів, які раніше було приватизовано, тим самим залишаючи поза сферою регулюючого впливу держави діяльність нових власників.

Далі, у п. 2 міститься вказівка на дві основні групи критеріїв визначення ефективності управління державним майном суб'єктів господарювання, що належать до сфери управління відповідних органів: результати фінансово-господарської діяльності, а також стан використання та збереження державного майна.

Критерії ефективності управління корпоративними правами держави визначаються Фондом державного майна відповідно до ст. 7 Закону України «Про управління об'єктами державної власності» [11]. Зокрема, це питання врегульовано наказом Фонду державного майна України від 07.05.2009 р. № 694, відповідно до якого звітним періодом, за який проводиться оцінка ефективності управління об'єктами державної власності, є календарний квартал і рік, а як інформаційна база використовуються показники фінансових планів об'єктів державної власності. Такими є дані фінансової та статистичної звітності, затверджені відповідними наказами Міністерства фінансів України та Державного комітету статистики України (форма № 1 «Баланс», форма № 2 «Звіт про фінансові результати», форма № 2-м «Фінансовий звіт суб'єкта малого підприємництва», форма № 1-ПВ «Звіт з

праці», форма № 1-Б «Звіт про фінансові результати і дебіторську та кредиторську заборгованість»).

Критерії поділяються на некомерційні, комерційні та ефективності прийняття управлінських рішень органами управління об'єкта державної власності. Для кожної з даних трьох груп критеріїв встановлено нормативні значення, а оцінка ефективності управління об'єктами державної власності може мати значення ефективною, задовільною та неефективною [10].

Види критеріїв ефективності управління корпоративними правами держави, наведені у Додатку 1 вищезазначеного наказу, включають три вищевказані групи критеріїв. До некомерційних критеріїв віднесено такі:

- середньооблікова кількість штатних працівників облікового складу;
- сума простроченої заборгованості з виплати заробітної плати;
- сума простроченої кредиторської заборгованості між підприємствами та установами у межах України;
- сума простроченої кредиторської заборгованості із суб'єктами господарської діяльності інших країн.

Серед комерційних критеріїв за основу беруться обсяги чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) та чистого прибутку (збитку), а також низка коефіцієнтів: зношування основних фондів, рентабельності активів, рентабельності діяльності, абсолютної ліквідності, швидкої ліквідності, забезпеченості власними оборотними засобами, покриття.

Зміст наведеного вище переліку некомерційних і комерційних критеріїв залишає набагато більше питань, аніж відповідей на них. Насамперед, така система оцінки не може вважатися повністю прозорою через відсутність можливостей ознайомлення з одержуваною за її результатами інформацією як населення (в інтересах якого, як відомо, має здійснюватися управління), так і службових і посадових осіб, які представляють різні сфери державної та громадської діяльності. Крім того, об'єктивні дані, які відображали би практику використання показників, які фігурують у різних формах звітності під час прийняття тих чи інших управлінських рішень, для широкого кола осіб є практично недоступними.

Критерії ефективності прийняття управлінських рішень органами управління об'єкта державної власності включають тільки дві групи параметрів, які враховують: суму сплачених дивідендів за підсумками минулого року та вартість активів товариства [12].

Слід зазначити й те, що в затверджених Кабінетом Міністрів України критеріях не враховано низку найбільш важливих економічних показників роботи будь-якого підприємства – обсяг статутного капіталу, самоокупність і створення нових робочих місць. Крім даних показників, доцільно брати до уваги і деякі інші, а саме:

- інноваційна активність (у т.ч. впровадження та розробка нових видів виробів, продукції, послуг та ін.);
- індекс інвестицій в основний капітал;
- чистий дохід (на 1 середньооблікову одиницю);
- частка прибутку, що спрямовується на розвиток і модернізацію.

Слід звернути увагу й на таку, що вже сформована в даній сфері вітчизняну практику, яка досить широко застосовувалася задовго до прийняття чинних на сьогоднішній день законодавчих та інших нормативно-правових актів, що встановлюють «нові» методики оцінки ефективності управління державною власністю. Як приклад може бути наведено розроблену фахівцями Інституту економіки промисловості НАН України у 1980-х роках методику оцінки порівняльного показника ефективності діяльності підприємств. Дана методика, яка впродовж багатьох років успішно застосовувалася під час організації галузевого економічного змагання у промисловому і виробничому об'єднаннях, ґрунтувалася на узагальненні наукових результатів опробування та впровадження методичних рекомендацій.

Повертаючись до питання про зміст норм чинної правової бази, слід навести положення Критеріїв, відповідно до п. 4 яких для оцінки результатів фінансово-господарської діяльності суб'єктів господарювання застосовуються некомерційні та комерційні показники, а також показники рентабельності, фінансової стійкості, покриття, платоспроможності, зносу основних засобів. Так, до некомерційних віднесено фактичні показники:

- середньооблікової кількості працюючих;
- середньої заробітної плати;
- заборгованості по заробітній платі;
- витрат на соціальні заходи порівняно з показниками попереднього періоду.

До комерційних показників віднесено фактичні обсяги (темпи приросту):

- чистого доходу (виручки) від реалізації продукції, робіт, послуг;
- чистого прибутку;
- частини прибутку (доходу), що перераховується до державного бюджету;
- дивідендів, нарахованих на акції (частки), що належать державі у статутному фонді господарських товариств, у порівнянні із затвердженими обсягами відповідно до фінансового плану суб'єктів господарювання [10].

Крім цього, п. 7 Критеріїв суб'єкту управління надано право до кінця року, що передувє звітному, залежно від особливостей фінансово-господарської діяльності суб'єкта господарювання визначати додаткові показники, які будуть застосовуватися для оцінки діяльності відповідного суб'єкта господарювання протягом звітного періоду (фінансового року). Закріплення такого розпорядження, як можна твердити, не лише слугує наочним підтвердженням наведеної вище тези про відсутність єдності в підходах до оцінки ефективності управління державною власністю, завуальовано вносячи в нього елемент суб'єктивізму, але і свідчить про несформованість механізмів збереження важливих і необхідних для держави об'єктів та майна. Тобто, якщо одна з ключових складових публічної власності – державна власність належним чином не захищена і в силу цієї обставини постійно скорочується, то одночасно слабшають і позиції держави у виконанні нею управлінських функцій і вирішенні соціальних завдань.

3. Визначення рівня впливу відносин публічної власності на економіко-правові основи забезпечення суверенітету держави

Для усунення такої проблеми, а саме для запровадження єдиних методик оцінки показників усіх суб'єктів господарювання, вбачається доцільним застосування відповідного набору математичних методів як таких, що базуються на певних алгоритмах розрахунку показників, а також дозволяють здійснювати моделювання за факторами виробництва та реалізації продукції.

Зокрема, може бути запропоновано відповідний алгоритм здійснення оцінки показників за певною вибіркою в цілому: вибірка опрацьовується таким чином, щоб усі використовувані показники мали фіксоване значення, а загалом вона повинна охоплювати всі некомерційні та комерційні, основні й додаткові показники.

Так, для початку, щодо некомерційних фактичних показників, візьмемо середньооблікову кількість працівників підприємства: $U = \{1, \dots, N\}$.

Визначимо змінну u за показниками u_1, \dots, u_N відносно кількості працюючих.

У підсумку, одержаний результат (що є максимально наближеним до фіксованого) – тобто, значення u буде одним з параметрів, які враховуватимуться для оцінки U .

Далі, в такий саме спосіб, визначимо наступний показник – середньої заробітної плати: $s = \{k_1, \dots, k_n\} \cap U$, де $n < N$ за проектом вибірки p , що враховує можливе відхилення значення s .

$$\prod_k = P_p \{k \cap s\} = \sum_{nk \cap s} p(s), k=1, \dots, N. \quad (1)$$

Таким чином, допоміжний показник (P) матиме такі значення: припустимо, що $x_k = (x_{1k}, \dots, x_{pk})^1$; окреслимо значення допоміжного показника як k -го елементу U .

Припустимо, що група показників $U = U_1 \cap \dots \cap U_M$, де $U_i \cap U_j = \emptyset$ для $i \neq j$.

В даному випадку значення U_i включає N_i елементів, та $\sum_{i=1}^M N_i = N$.

У підсумку (t) одержуємо:

$$t_{yi} = \sum U_i y_k, \text{ де } i=1, \dots, M, \quad (2)$$

у значенні

$$\theta_i = \frac{1}{N_i} \sum U_i y_k \quad (3)$$

де $i=1, \dots, M$, – які є цільовими параметрами.

Однак при цьому слід враховувати відповідні особливості визначення загальної суми: по-перше, за відсутності додаткових показників економічної діяльності будь-якого підприємства (чи іншого суб'єкта господарювання), у підсумку дисперсія цієї оцінки буде високою; по-друге, коли уповноважений суб'єкт оцінювання має додаткову інформацію за тими критеріями (показниками), що визначено законодавством і йому відомі суми показників за відповідними їх групами, то у разі помилки (якщо обсяг вибірки невеликий) є доцільним використовувати для розрахунку коефіцієнтів метод регрес-аналізу.

У класичній теорії вибірки оцінка здійснюється за одним набором показників, але у випадку застосування явних моделей набір показників змінюється, а основним є метод синтезу, за яким, у підсумку, здійснюється й композиція результатів оцінки. Так, синтетична оцінка може здійснюватися для оцінки показників невеликих (малих) підприємств, які не мають розгалуженої мережі філій.

Як один з аргументів на користь перегляду існуючої на сьогоднішній день системи критеріїв та методик, застосовуваних для оцінки ефективності управління державною власністю, можна назвати необхідність налагодження подібної системи оцінки (аналізу, моніторингу) та в інших секторах економіки. Основним призначенням критеріїв оцінки ефективності управління об'єктами публічної власності доцільно вважати створення можливостей для здійснення всебічного аналізу роботи всіх суб'єктів господарювання, що функціонують в Україні, а саме:

1) підприємств державного сектора економіки, в тому числі:

а) використання державного майна суб'єктів господарювання;

б) управління корпоративними правами держави;

2) комунальних підприємств (а так само – громадських організацій та створюваних ними соціальних підприємств);

3) недержавних комерційних суб'єктів господарювання.

Під час оцінювання ефективності управління об'єктами публічної власності необхідно враховувати низку умов, що ґрунтуються на вироблених наукою і перевірені практикою вимогах, до яких може бути віднесено такі:

– порівнянність результатів;

– подолання несумірності показників;

– диференціація об'єктів за групами залежно від галузевої належності;

– досягнення узагальнюючої оцінки ефективності управління на основі комплексного показника ефективності роботи господарюючих суб'єктів;

– визначення ролі кожного об'єкта у забезпеченні економічного суверенітету держави.

Можна також використовувати дещо інші методи оцінки, що ґрунтуються на теорії кінцевої сукупності й передбачають побудову тригонометричних моделей – все це не тільки достатньо повно висвітлено у науковій теорії, але і широко застосовується на практиці.

Висновки

Отже, запровадження математичних методів оцінки ефективності управління об'єктами публічної власності в Україні дозволить досягти прозорості і звести до мінімуму волонтаристську складову під час прийняття тих чи інших рішень стосовно розпорядження, зокрема, об'єктами державної та комунальної форм власності. Перевага цієї групи методів полягає і в тому, що залежно від типу і масштабів виробництва будь-якого суб'єкта господарювання можна самостійно обирати відповідний рівень складності аналізу. Збирання та узагальнення інформації на основі єдиних критеріїв, її аналіз і постійний моніторинг (у тому числі в порівнянні з показниками попередніх періодів) має бути підпорядковано єдиній меті збереження та прирощення об'єктів публічної власності.

Крім того, встановлення і легітимне закріплення єдиних для всіх суб'єктів господарювання – як державної та комунальної, так і приватної форми власності критеріїв і методик оцінки ефективності їх діяльності потребує налагодження відповідної системи прогнозування економічного ефекту від застосування процедур приватизації (зокрема, щодо державних підприємств) або реприватизації та націоналізації (щодо суб'єктів господарювання, які раніше було приватизовано). Централізоване прийняття будь-яких планових, прогнозних або програмних документів має бути підпорядковане спільній меті – забезпечити економічний суверенітет держави шляхом посилення системи державного моніторингу та контролю у сфері економіки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мамутов В.К. Правовое обеспечение экономического суверенитета в условиях международной интеграции / В.К. Мамутов // Раздел к докладу по исследовательскому проекту «Национальный суверенитет Украины в условиях глобализации». – Донецк: ИЭПИ НАН Украины, 2011. – 105 с.
2. Про основи національної безпеки України: Закон України від 19.06.2003 р. № 964-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 39. – Ст. 351.
3. Устименко В.А. Конституционное регулирование отношений собственности в Украине : брошюра / В.А. Устименко, Р.А. Джабраилов; НАН Украины, Ин-т экономико-правовых исследований. – Донецк : Юго-Восток, 2012. – 55 с.
4. Азарова А.О. Математичні моделі та методи оцінювання фінансового стану підприємства / А. О. Азарова, О.В. Рузакова. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 172 с.
5. Панков В.А. Организационно-экономический механизм преобразования крупного предприятия в акционерное общество (на примере заводов тяжелого машиностроения) : автореф. дис. на соискание научн. степ. канд. экон. наук : спец. 08.06.01 «Экономика предприятий и формы хозяйствования» / Панков Виктор Андреевич; НАН Украины. Ин-т экономико-правовых исследований. – Донецк, 1996. – 29 с.
6. Про Державну програму приватизації: Закон України від 13.01.2012 р. № 4335-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2012. – № 39. – Ст. 466.
7. Макогон Ю.В. Национализация и приватизация предприятий (опыт Франции для Украины): монография / Ю.В. Макогон, В.И. Ляшенко. – Изд. 2-е, испр. и доп. / Мин-во образования и науки Украины, ДонНУ; НАН Украины, Ин-т экономики пром-сти. – Донецк, 2009. – 492 с.

8. Рудь Б. Распродажа Родины. Кабмин намерен избавиться от «Нефтегаза», шахт, спиртовых заводов, издательств и спортивных баз / Б. Рудь // Итоги недели. – 2012. – № 40 (374). – 3–9 окт. – С. 6.
9. Развитие производственной и представительных форм экономической демократии: опыт и проблемы. – Ин-т экономико-правовых исследований НАН Украины; Мамутов В.К. (научн. ред.) и др. – Донецк, 1998. – 92 с.
10. Про затвердження Порядку здійснення контролю за виконанням функцій з управління об'єктами державної власності та критеріїв визначення ефективності управління об'єктами державної власності: Постанова Кабінету Міністрів України від 19.06.2007 р. за № 832 // Офіційний вісник України. – 2007. – № 45. – Стор. 15. – Ст. 1839. – Код акту 40174/2007.
11. Про управління об'єктами державної власності: Закон України від 21.09.2006 р. за № 185-V // Відомості Верховної Ради України. – 2006. – № 46. – С. 1502. – Ст. 456.
12. Про затвердження критеріїв ефективності управління корпоративними правами держави: Наказ Фонду державного майна України від 07.05.2009 р. за № 694 // Корпоративне управління. Нормативно-правова база / (Електронний ресурс). – Режим доступу: http://www.spfu.gov.ua/ukr/law/dod_694_9.pdf.

Стаття надійшла до редакції 25.10.2014

УДК 519.8

А.С. ВЕЛИЧКО

ЭНТРОПИЙНАЯ МОДЕЛЬ ВИЛЬСОНА ДЛЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Анотація. У статті розглядається моделювання міжрегіональних зв'язків, що розуміються, як інтенсивність торгівельних потоків. На основі підходу ентропійного моделювання, який був запропонований А. Дж. Вільсоном для складних систем в умовах неповної інформації, формулюється задача умовної нелінійної оптимізації. Підхід, що пропонується, застосовано до системи регіонів Далекого Сходу Росії на основі доступної статистичної інформації Росстату.

Ключові слова: ентропійне моделювання, міжрегіональний, Далекий Схід Росії.

Аннотация. В статье рассматривается моделирование межрегиональных связей, понимаемых как интенсивность торговых потоков. На основе подхода энтропийного моделирования, предложенного А. Дж. Вильсоном для сложных систем в условиях неполноты информации, формулируется задача условной нелинейной оптимизации. Предлагаемый подход применяется к системе регионов Дальнего Востока России на основе доступной статистической информации Росстата.

Ключевые слова: энтропийное моделирование, межрегиональный, Дальний Восток России.

Abstract. The modeling of interregional relations as the intensity of trade flows is submitted in the article. On the basis of entropy modeling approach proposed by Wilson for complex systems with incomplete information a constrained nonlinear optimization problem is formulated. The proposed approach is applied to the system of the Far East regions of Russia on the basis of available Rosstat statistical data.

Keywords: entropy modeling, interregional, Far East of Russia.

Введение

Рассредоточенное размещение мест проживания людей, промышленных производств и районов добычи и переработки промышленного сырья порождает возникновение различных видов транспорта и собственно системы транспортного сообщения и транспортных сетей.

Во-первых, постоянная работа транспортной системы городов, субъектов РФ и региона Дальнего Востока в целом является существенно необходимой для обеспечения безопасного и устойчивого функционирования жизнедеятельности населения региона, она позволяет обеспечивать фундаментальные экономические процессы производства и потребления. С другой стороны, транспортная система обеспечивает устойчивую работу опасных объектов, а знание особенностей, «узких мест» транспортной системы региона позволяет эффективно реагировать на потенциальные и реальные террористические угрозы и чрезвычайные ситуации (ЧС), оперативно транспортировать вооружения, людей, средства ликвидации ЧС. В-третьих, теснота межрегиональных экономических связей, влияние на нее технологических факторов производственной системы и направление движения экспортно-импортных потоков продуктов отраслей определяет устойчивое безопасное функционирование региональной экономики, в частности оказывает влияние на продовольственную безопасность и политико-экономическую целостность региона.

Работа выполнена по гранту РФФИ 13-07-12010 офи_м.

1. Транспортная система Дальнего Востока: постановка проблемы

Территория Дальнего Востока составляет 6 216 тыс. кв. км. (36,4% территории Российской Федерации), включает в себя 10 субъектов Российской Федерации – Амурская, Камчатская, Магаданская, Сахалинская области, Приморский, Хабаровский край, республика Якутия (Саха), Европейская автономная область, Чукотский и Корякский АО. Численность населения, постоянно проживающего на Дальнем Востоке, составляет около 6 млн. человек (7,8% населения страны) с преобладанием городского населения. Обширность и малонаселенность территории Дальнего Востока предопределили низкую плотность населения: на квадратный километр приходится всего 1,1 чел.

Степень интегрированности экономики субъектов Российской Федерации, расположенных на территории Дальнего Востока, можно охарактеризовать как невысокую. В большей степени интегрированы отдельные южные территории Дальнего Востока, объединенные единой транспортной и энергетической инфраструктурой.

При этом вклад экономики субъектов Российской Федерации, расположенных на территории Дальнего Востока, в экономику Российской Федерации незначителен. В то же время на территории Дальнего Востока добыча олова составляет 100%, алмазов – более 98%, золота – 67,5%, улов рыбы и добыча морепродуктов – 65% общероссийского объема.

Занимая значительную часть территории Российской Федерации, Дальний Восток имеет недостаточно развитую транспортную сеть. Эксплуатационная длина железнодорожных путей общего пользования составляет 13,8% эксплуатационной длины всех железных дорог Российской Федерации, протяженность автомобильных дорог (общего пользования и ведомственных) с твердым покрытием – 9,5% и протяженность внутренних судоходных путей – 28,7%. Плотность железнодорожных путей общего пользования в расчете на 10 тыс. кв. км в 3,6 раза меньше, чем в среднем по стране, а автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием – в 5,6 раза.

Социальное развитие и экономический рост Дальнего Востока сдерживается отсутствием потенциальных возможностей пассажирского транспорта по обеспечению необходимой подвижности населения и мобильности трудовых ресурсов. Сохраняются обширные территории с сезонной транспортной доступностью.

В целом состояние транспортного комплекса Дальнего Востока становится сдерживающим фактором в социально-экономическом развитии этой территории и требует модернизации и ускоренного развития, поскольку по основным направлениям внутренних, внешнеторговых и транзитных (российских и международных) грузопотоков практически исчерпаны резервы пропускных способностей, а в социальной сфере не обеспечен даже минимальный уровень транспортной доступности на основной части территории и должное состояние дорожной сети, существенно определяющее качество жизни в крупных городах.

Протяженный и разреженный характер транспортной сети и мест размещения производств и ресурсов, мест проживания людей на Дальнем Востоке РФ в отличие от центральной части РФ, стран Европейского Союза и США, обосновывает важность анализа особенностей транспортной сети и ее возможностей по обеспечению безопасности в современных рыночных условиях. Возникают задачи анализа факторов, влияющих на усиление или ослабление экономических связей между регионами Дальнего Востока РФ, что за невозможностью проведения «натурного эксперимента» вызывает необходимость математического моделирования.

Транспортные системы в современных условиях характеризуется независимым некооперативным поведением большого количества разнородных экономических субъектов, реализующих свои индивидуальные интересы, совместно использующих сеть автомобильного, воздушного, трубопроводного, морского, железнодорожного транспорта, как для грузовых, так и для пассажирских перевозок. Обеспечивать безопасность функционирования таких сложных объектов нормативным образом, то есть только с помощью оптимизации и планирования, в современных условиях не представляется

возможным, поскольку задержки транспорта, простои в результате чрезвычайных ситуаций или запрета перемещения грузов и пассажиров из-за оперативного реагирования на террористические угрозы приводят к потерям доходов экономических агентов.

Таким образом, задача выявления «узких мест» транспортной сети, оценка тесноты экономических связей между регионами и оценка влияния технологических факторов и внешнего влияния мирового рынка через экспортно-импортные потоки продуктов отраслей на структуру межрегиональных взаимосвязей ставит новые фундаментальные математические задачи на основе равновесных моделей, а решение подобных задач для региона Дальнего Востока РФ и в частности для Приморского края представляет собой практическую целесообразность и актуальность.

2. Модели пространственной экономики

Моделирование межрегиональных потоков в межотраслевой постановке было предложено В.В. Леонтьевым в 1963 г. в работе [1]. Исследователями международной торговли и региональной экономики развивался подход гравитационного моделирования [2] к объяснению экспортно-импортных потоков товаров и услуг в рамках многопродуктовой задачи определения равновесных потоков на транспортной сети.

А. Дж. Вильсоном был разработан общий подход энтропийного моделирования [3] для учета неполноты информации в применении к равновесному моделированию для коммуникационных систем, который был использован для моделирования межрегиональных многопродуктовых и межотраслевых потоков продуктов, размещения производств и задачам максимизации полезности. В работе Вильсона гравитационная модель для потоков оказалась естественным следствием применения принципа максимизации энтропии.

Таким образом, к концу 70-х гг. стали ясны взаимосвязи между различными независимо полученными результатами в объяснении межрегиональных взаимосвязей с учетом транспортной сети, связывающей агентов экономики.

Подход Вильсона и Леонтьева в дальнейшем развивался Бойсом и другими исследователями [4–6] для практических приложений к транспортной системе США, с учетом конкретной конфигурации транспортной сети и многомодальности потоков (перевозок различными видами транспорта). В советской транспортной науке энтропийный подход широко использовался для планирования застройки городов и размещения производств. В известных работах российских исследователей обобщаются результаты математического моделирования транспортных потоков и исследований в СССР, проводится системный анализ процессов управления и планирования на транспорте.

В России, Украине и СССР исследованиями в области транспортных систем проводились в Институте системного анализа РАН, Институте прикладной математики РАН, Институте кибернетики НАН Украины, ЦНИИП градостроительства РААСН, Институте автоматизации и процессов управления ДВО РАН такими учеными как Брайловский И.О., Васильева Е.М., Грановский Б.И., Лившиц В.Н., Левит Б.Ю., Персианов В.А., Попков Ю.С., Сильянов В.В., Федоров В.П., Швецов В.И., Шмультян Б.Л. и др. [7–9].

В рамках энтропийного подхода математическая модель равновесных межрайонных потоков в многопродуктовой постановке имеет следующий вид:

$$\sum_{i,j,r} z_{ij}^r \ln \left(\frac{c_{ij}^r}{z_{ij}^r} \right) \rightarrow \min \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^N z_{ij}^r = V_j^r, \sum_{j=1}^N z_{ij}^r = W_i^r, \quad (2)$$

где z_{ij}^r – неизвестный поток продукта r из района i в район j , c_{ij}^r – издержки на перевозку единицы продукта r из района i в района j , которые могут зависеть от расстояния, времени перевозки между районами, N – количество продуктов, V_j^r – суммарный ввоз продукта r в район j , W_i^r – суммарный вывоз продукта r из района i .

Первая группа ограничений по ввозу продуктов может иметь вид

$$\sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^N z_{ij}^r = \sum_{r=1}^R V_j^r. \quad (3)$$

Ограничения задачи могут иметь мультимодальный вид

$$\sum_{i=1}^N z_{ij}^{rk} = V_j^{rk}, \sum_{j=1}^N z_{ij}^{rk} = W_i^{rk}, k = \overline{1, M}, \quad (4)$$

где M – количество различных типов транспорта, используемых для перевозок.

Ограничения задачи в межотраслевой многорегиональной постановке имеют вид

$$\sum_i x_{ij}^r = \sum_p a_j^{rp} \sum_k x_{jk}^p + y_j^r, \quad (5)$$

где x_{ij}^r – поток промежуточного продукта r из региона i в регион j , a_j^{rp} – коэффициент прямых затрат (технологический коэффициент Леонтьева) в регионе j для отраслей r и p , y_j^r – доля отрасли r в валовом региональном продукте региона j . Возможны дополнительные ограничения на суммарное производство, потребление или суммарные транспортные расходы в виде

$$\sum_{i,j} c_{ij}^r x_{ij}^r \leq C^r. \quad (6)$$

4. Опыт практического моделирования

Рассмотрим частный случай модели, описанной в работе [10]:

$$\begin{aligned} & - \sum_{p=1}^{m+1} \sum_{q=1}^{m+1} x_{pq} \ln(x_{pq} / v_{pq}) \rightarrow \max_{x_{pq}} \\ & \sum_{q=1}^{m+1} x_{iq} = a_i, \sum_{p=1}^{m+1} x_{pj} = b_j, i, j = \overline{1, m} \\ & x_{pq} \geq \varepsilon > 0; a_i, b_j \geq 0; v_{pq} = e^{-T_{pq}}; T_{pq} \geq 0 \end{aligned} \quad (7)$$

i – регион, из которого определен товар вывозится,

j – регион, в который товар ввозится,

a_i – суммарный вывоз товара из i региона,

b_j – суммарный ввоз товара в j регион,

T_{pq} – оценка географического расстояния между регионами i и j .

Рассматривается 9 регионов Дальнего Востока ($m = 9$) и агрегированный «внешний» регион с номером $m + 1$. Оценки расстояний от данного региона до «внешнего» региона полагались в 2 раза превышающими максимальное расстояние от данного региона до всех остальных.

Для решения задачи определения наиболее вероятных перевозок товаров между регионами Дальнего Востока России были использованы официальные данные Федеральной службы государственной статистики о суммарном ввозе товаров в регионы и вывозе товаров из регионов за разные годы по 25 товарам различного назначения: продовольственные товары, топливо, товары технического назначения и другие. В качестве регионов Дальнего Востока России и их административных центров рассматривались 9 регионов: Приморский край (Владивосток), Хабаровский край (Хабаровск), Амурская область (Благовещенск), Еврейская автономная область (Биробиджан), Республика Саха – Якутия (Якутск), Магаданская область (Магадан), Сахалинская область (Южно-Сахалинск), Камчатская область (Петропавловск-Камчатский), Чукотский автономный округ (Анадырь). Часть исходных данных представлена в табл. 1, 2.

Оценки расстояний между регионами (табл. 3) задавались расстояниями между административными центрами рассматриваемых регионов по перевозкам автомобильным, морским и железнодорожным видами транспорта (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема транспортной сети Дальнего Востока России

Таблица 1 – Суммарный вывоз товаров из регионов Дальнего Востока России

Товар Регион	Автомобильный бензин, тыс.т.	Уголь, тыс.т.	Деловая древесина, тыс. м ³	Мясо и птица, т.	Легковые автомобили, шт.
1	11,2	11,9	0,2	25,9	1175
2	507	263	47,7	431	0,01
3	0,01	495	2	2007	0,01
4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
5	0,01	3514	10	0,01	0,01
6	0,2	81,1	0,01	0,01	0,01
7	0,01	61	0,01	0,01	0,01
8	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
9	0,01	129	0,01	0,01	0,01

Обозначения: Приморский край – 1, Хабаровский край – 2, Амурская область – 3, Еврейская автономная область – 4, Республика Саха (Якутия) – 5, Магаданская область – 6, Сахалинская область – 7, Камчатский край – 8, Чукотский автономный округ – 9.

Таблица 2 – Суммарный ввоз товаров в регионы Дальнего Востока России

Товар Регион	Автомобильный бензин, тыс.т.	Уголь, тыс.т.	Деловая древесина, тыс. м ³	Мясо и птица, т.	Легковые автомобили, шт.
1	459	2179	167	662	951
2	63,5	3386	6,6	2048	1424
3	138	693	0,01	154	921
4	45,2	377	0,01	2,4	2
5	42,4	81,4	5,4	485	661
6	0,8	323	0,01	5	33
7	21,6	0,01	0,01	5	564
8	37,2	202	0,01	9,5	27
9	0,2	77,8	0,1	0,01	0,01

Обозначения: Приморский край – 1, Хабаровский край – 2, Амурская область – 3, Еврейская автономная область – 4, Республика Саха (Якутия) – 5, Магаданская область – 6, Сахалинская область – 7, Камчатский край – 8, Чукотский автономный округ – 9.

Таблица 3 – Оценки расстояний между регионами Дальнего Востока России, км

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	762	1410	938	3314	2490	990	2490	4490
2	762	0	779	176	2552	2534	1034	2534	4534
3	1410	779	0	603	2035	3182	1813	3182	5182
4	938	176	603	0	2376	2710	1210	2710	4710
5	3314	2552	2035	2376	0	1736	3586	2736	4736
6	2490	2534	3182	2710	1736	0	1500	1000	3000
7	990	1034	1813	1210	3586	1500	0	1500	3500
8	2490	2534	3182	2710	2736	1000	1500	0	2000
9	4490	4534	5182	4710	4736	3000	3500	2000	0

Обозначения: Приморский край – 1, Хабаровский край – 2, Амурская область – 3, Еврейская автономная область – 4, Республика Саха (Якутия) – 5, Магаданская область – 6, Сахалинская область – 7, Камчатский край – 8, Чукотский автономный округ – 9.

Решение задачи по каждому товару представлены в виде матрицы, каждый элемент x_{ij} которой обозначает поток товара, перевозимого из i региона в j регион (табл. 4 – 8).

Рассмотрим перевозки автомобильного бензина между регионами Дальнего Востока (рис. 2, табл. 4). Из полученного решения можно сделать вывод, что в достаточно больших количествах автомобильный бензин был перевезен из Хабаровского края в Приморский край, в меньших количествах в Амурскую область, еще меньше в Республику Саха и Камчатскую область, а также в Еврейскую автономную область и Сахалинскую область.

Бензин был также перевезен из Приморского края в Хабаровский край и Амурскую область в очень малых количествах. Из регионов, не являющихся регионами Дальнего Востока, бензин перевозили в основном в Приморский край, в меньших объемах в Хабаровский край, Амурскую область и Еврейскую автономную область.

Рассмотрим решение по перевозкам угля (табл. 5). Как видно, в основном уголь был перевезен из Республики Саха в Хабаровский, Приморский края, в меньшем объеме в Амурскую и Еврейскую области, а также в Магаданскую, Камчатскую области и в Чукотский автономный округ.

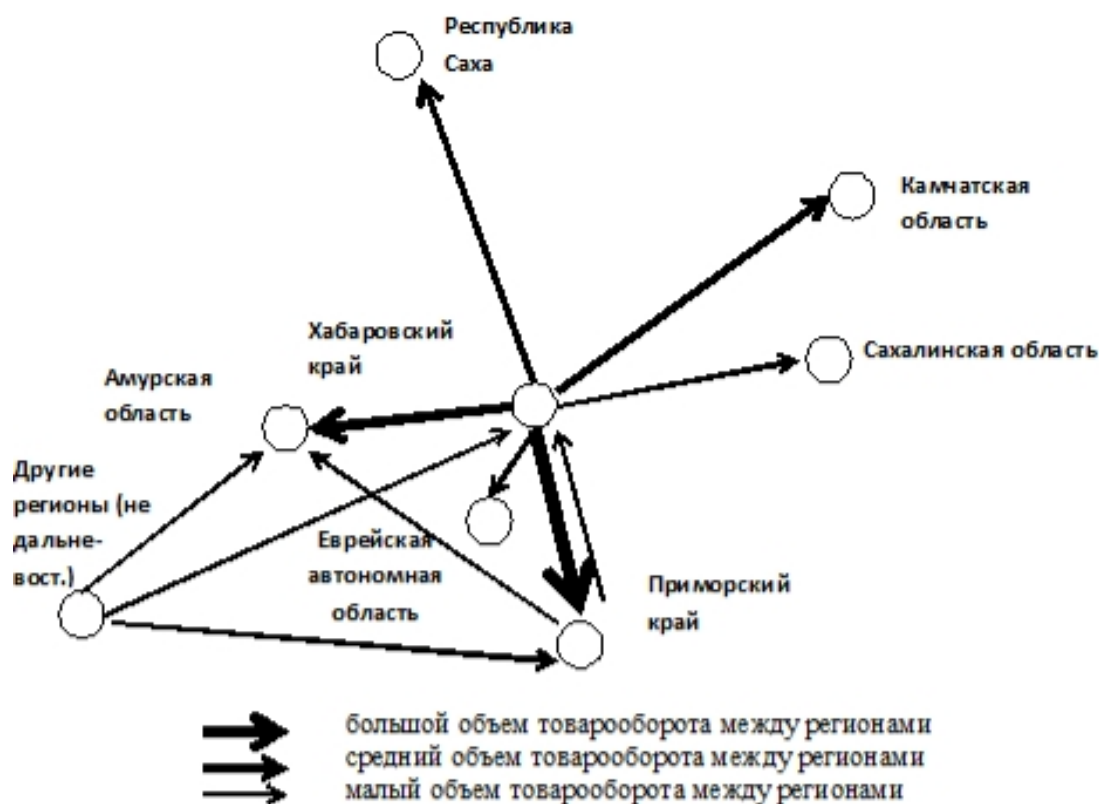


Рисунок 2 – Перевозки автомобильного бензина между регионами Дальнего Востока

Также уголь перевозили из Амурской области в Хабаровский, Приморский края, в меньшем объеме в Магаданскую и Камчатскую области и в другие регионы. Из Хабаровского края уголь был направлен в основном в Приморский край, а также в Магаданскую и Амурскую области.

Из Магаданской, Сахалинской областей и Чукотского автономного округа уголь был направлен в Хабаровский край и Приморский край, в меньшем количестве в остальные регионы. Также уголь был перевезен в регионы Дальнего Востока из других регионов, которые не являются дальневосточными.

Таблица 4 – Результаты моделирования. Перевозки автомобильного бензина, тыс.т.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	3,13	3,98	1,84	1,12	0,02	0,36	0,75	0	0
2	314,8	0	92,55	14,53	36,31	0,69	15,88	32,04	0,18	0,01
3	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0,1	0,04	0,04	0,02	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	144,07	60,32	41,43	28,8	4,96	0,09	5,36	4,41	0,01	0

Обозначения: Приморский край – 1, Хабаровский край – 2, Амурская область – 3, Еврейская автономная область – 4, Республика Саха (Якутия) – 5, Магаданская область – 6, Сахалинская область – 7, Камчатский край – 8, Чукотский автономный округ – 9, другие регионы – 10.

Таблица 5 – Результаты моделирования. Перевозки угля, тыс.т.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	5,53	2,29	0,78	0,72	1,45	0	0,78	0,36	0
2	100,69	0	44,63	5,18	19,6	52,13	0	27,98	12,79	0
3	172,49	184,94	0	16,44	14,47	60,61	0	32,53	13,53	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1133	1693,23	301,64	180,99	0	92,41	0,01	78,16	34,55	0,01
6	20,95	41,37	11,61	5,08	0,85	0	0	0,7	0,54	0
7	12,86	26,08	10,21	3,5	2,71	3,03	0	1,63	0,97	0
8	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
9	33,11	64,88	16,57	7,74	2,03	3,44	0	1,23	0	0
10	705,91	1369,96	306,05	157,29	41,03	109,91	0	58,99	15,06	0

Обозначения: Приморский край – 1, Хабаровский край – 2, Амурская область – 3, Еврейская автономная область – 4, Республика Саха (Якутия) – 5, Магаданская область – 6, Сахалинская область – 7, Камчатский край – 8, Чукотский автономный округ – 9, другие регионы – 10.

Проанализируем решение, полученное для деловой древесины (табл. 6). Деловая древесина была перевезена из Хабаровского края в Приморский край, в гораздо меньшем количестве из Республики Саха в Приморский край. Перевозки деловой древесины между остальными регионами Дальнего Востока незначительны.

Рассмотрим перевозки мяса и птицы между регионами Дальнего Востока (табл. 7). Мясо и птица были перевезены из Амурской области в Хабаровский край, в меньшем объеме в Приморский край и Республику Саха и в другие регионы. Из Хабаровского края перевозки были направлены в основном в Республику Саха, в Приморский край и Амурскую область. Меньший объем поставок – из Приморского края в Хабаровский край.

Рассмотрим решение, полученное для легковых автомобилей (табл. 8). Легковые автомобили были перевезены из Приморского края в Республику Саха, в меньшем объеме в Амурскую область, Хабаровский край, Сахалинскую область и в другие регионы. Перевозок между остальными регионами дальнего Востока не наблюдается.

Таблица 6 – Результаты моделирования. Перевозки деловой древесины, тыс. м³

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0,08	0	0	0,12	0	0	0	0	0
2	44,61	0	0	0	3	0,01	0	0,01	0,07	0,01
3	1,89	0,06	0	0	0,05	0	0	0	0	0
4	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	9,59	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	110,87	6,06	0,01	0,01	2,22	0	0,01	0	0,03	0

Таблица 7 – Результаты моделирования. Перевозки мяса и птицы, т.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	17,5	3,12	0,03	5,14	0,03	0,02	0,06	0	0
2	143,75	0,01	85,35	0,25	195,88	1,58	1,17	3	0	0
3	405,42	1350,32	0	1,29	238,07	3,02	3,13	5,74	0,01	0,01
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
10	112,82	680,12	65,52	0,84	45,9	0,37	0,68	0,71	0	0

Таблица 8 – Результаты моделирования. Перевозки легковых автомобилей, шт.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	313,67	316,17	0,52	364,4	15,84	151,43	12,96	0,01	0,01
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	950,97	1110,31	604,82	1,48	296,59	17,16	412,56	14,04	0	0

Обозначения: Приморский край – 1, Хабаровский край – 2, Амурская область – 3, Еврейская автономная область – 4, Республика Саха (Якутия) – 5, Магаданская область – 6, Сахалинская область – 7, Камчатский край – 8, Чукотский автономный округ – 9, другие регионы – 10.

В результате было получено решение задачи определения вероятных перевозок товаров между регионами Дальнего Востока России. В условиях неполноты статистических данных использование математического моделирования позволило получить интерпретируемые результаты, имеющие экономический смысл и удалось спрогнозировать картину наиболее вероятного распределения потоков товаров между регионами Дальнего Востока России. Такие решения особенно необходимы специалистам по региональной экономике для изучения и прогнозирования экономических связей между территориями.

Выводы

Представленный подход позволяет выяснить характер взаимосвязей экономик регионов Дальнего Востока России в условиях существующей пространственной структуры размещения производств. Эти взаимосвязи сопровождаются пространственной неравномерностью и сильной дифференциацией по продуктам. Новая структура взаимосвязей экономик регионов возможна при изменении параметров экономического пространства (транспортная, энергетическая инфраструктура; пространственная структура производства и расходования ВРП).

Подготовку статистических данных и программного инструментария для проведения расчетов провела Н.В. Демашова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонтьев В.В. Избранные произведения в 3-х тт. Т.1 Общеэкономические проблемы межотраслевого анализа. – М.: Экономика, 2006. – 407 с.
2. Anderson J.E., Wincoop E. Gravity with gravitas: a solution to the border puzzle // *The American Economic Review*. 2003, Vol. 93, No. 1. pp. 170 – 192.
3. Энтропийные методы моделирования сложных систем / Вильсон А. Дж. Пер. с англ. – М.: Наука, 1978. – 248 с.
4. Batten D.F., Boyce D.E. Spatial interaction and interregional commodity flow models / In: *Handbook on regional and urban economics*. Vol. 1. 1987. Chapter 9. pp. 357 – 406.
5. Ham H., Kim T.J., Boyce D. Implementation and estimation of a combined model of interregional, multimodal commodity shipments and transportation network flows // *Transportation Research*. Part B. 2005. No. 39. pp. 65 – 79.
6. Ham H., Kim T.J., Boyce D. Assessment of economic impacts from unexpected events with an interregional commodity flow and multimodal transportation network model // *Transportation Research*. Part A. 2005. No. 39. pp. 849 – 860.
7. Васильева Е.М., Левит Б.Ю., Лившиц В.Н. Нелинейные транспортные задачи на сетях. – М.: Транспорт, 1981. – 104 с.
8. Оптимизация планирования и управления транспортными системами / Васильева Е.М., Игудин Р.В., Лившиц В.Н. и др. / Под ред. В.Н. Лившица. – М.: Транспорт, 1987. – 208 с.
9. Попков Ю. С., Посохин М. В., Гутнов А. Э., Шмульян Б.Л. Системный анализ и проблемы развития городов. – М.: Наука, 1983. – 512 с.
10. Величко А.С. Моделирование межрайонных торговых связей // *Информатика и системы управления*. – 2008. – № 1. – С. 103 – 113. URL: http://www.amursu.ru/ics/ics_pdf/N15_15.pdf.

Стаття надійшла до редакції 21.11.2014

ОПТИМАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ МАЛИМ ПІДПРИЄМСТВОМ ВЗЯТОГО КРЕДИТУ НА МОЖЛИВІ ВИДИ ДІЯЛЬНОСТІ

Анотація. У статті запропонований алгоритм такого розподілу кредитних коштів підприємством, який забезпечує максимальний прибуток у випадку, якщо підприємство має можливість займатися декількома видами діяльності. Для ілюстрації роботи алгоритму наведено приклад.

Ключові слова: кредит, динамічне програмування, оптимальний розподіл, максимальний прибуток.

Аннотация. В статье предложен алгоритм такого распределения кредитных средств предприятием, который обеспечивает максимальную прибыль в случае, если предприятие имеет возможность заниматься несколькими видами деятельности. Для иллюстрации работы алгоритма приведен пример.

Ключевые слова: кредит, динамическое программирование, оптимальное распределение, максимальная прибыль.

Abstract. In article considered an algorithm of such a distribution of credit that provides the maximum profit if the company has the opportunity to engage in several activities. The example illustrates this algorithm.

Keywords: credit, dynamic programming, the optimal allocation, the maximum profit.

Вступ

На сучасному етапі особливо важливий внесок у розвиток економіки України здійснюють малі та середні підприємства. Проте проведення підприємницької діяльності вимагає постійної наявності коштів (стартовий капітал, на оренду приміщень і комунальні послуги, на заробітну плату працівникам, на закупівлю сировини і т. д.). Тому досить часто підприємцям доводиться використовувати кредити.

Таким чином, перед бізнесменами постають численні перешкоди, а саме: складна процедура отримання банківського кредиту, довгі терміни прийняття рішень про надання кредитів, нестача заставного майна, високі розміри процентних ставок комерційних банків. Як правило, суб'єкти малого бізнесу мають потребу в невеликих тривалих кредитах із рівномірним погашенням заборгованості. Проте не кожен із них може сплачувати за порівняно високими процентними ставками. Незважаючи на існування пільг для малого бізнесу, людині, що почала діяльність з «нуля», складно виплатити суму кредиту ще й разом з процентною ставкою банку.

1. Проблематика дослідження

Результатами анкетування керівників малих підприємств були визначені наступні фактори, що стримують розвиток кредитування підприємств малого бізнесу в Україні: складна процедура отримання кредиту (14,4%); фактор страху «життя в борг» (15,7%), недостатня державна підтримка розвитку мікрокредитування (18,9%), відсутність знань про процедуру отримання мікрокредиту (12,9%), відсутність майна під заставу (11,2%), власна пасивність (9,3%), високі відсоткові ставки (8,3%), відсутність законодавчої регламентації процесу мікрокредитування в Україні (13,9%), небажання банків займатися мікрокредитуванням (2,8%) [1].

У свою чергу, комерційні банки неохоче розвивають відносини з малими підприємствами через підвищений ризик повернення кредитів. Ще одним недоліком кредитування малого бізнесу банкіри називають труднощі з «відстеженням» позичальників, які працюють «в тіні» і ведуть подвійну бухгалтерію. Але все ж, кредитування малого бізнесу має ряд істотних переваг в порівнянні з кредитуванням крупного. Невеликий обсяг кредитів при великій їх кількості дає можливість банкам диверсифікувати кредитні ризики. Тому кредитування малих і середніх підприємств є перспективним видом бізнесу для українських банків, а також життєво важливим і необхідним для розвитку малого і середнього підприємництва в Україні.

Найвагоміший внесок у кредитування малих та середніх підприємств України у 2012 році внесли такі банківські структури: Приватбанк (31%), Укресімбанк (20%), ВТБ Банк (9%), Альфа-Банк (8%), Ощадбанк (8%), Укрсиббанк (7%), Уні Кредит Банк (5%), ОТП Банк (4%), ПУМБ (4%) [2].

Отримання бажаного кредиту може стати для малого підприємства довгим і важким процесом. Проте, ще важливішим є після отримання коштів ефективно їх розподілити так, щоб одержати максимальний прибуток (щоб могли повернути кредит та мати власну вигоду). Тому нами запропонований алгоритм такого розподілу кредитних коштів підприємством, який забезпечує максимальний прибуток у випадку, якщо підприємство має можливість займатися декількома видами діяльності. Для ілюстрації роботи алгоритму наведено приклад.

2. Задача знаходження оптимального розподілу підприємством взятого кредиту

Розглянемо задачу знаходження оптимального розподілу підприємством взятого кредиту на можливі види діяльності. Припустимо, що мале підприємство має можливість зайнятись n видами діяльності D_1, D_2, \dots, D_n . Для цього підприємство може взяти кредит в розмірі m грошових одиниць, кожна з яких становить s одиниць (наприклад, $m = 10000$, $s = 100$, $m \cdot s = 1000000$ – сума кредиту). При цьому на окремий вид діяльності підприємство може виділити k грошових одиниць, де $0 \leq k \leq m$. В залежності від розміру виділених коштів на той чи інший вид діяльності підприємство одержує відповідний прибуток. Задача полягає в такому розподілі кредиту на види діяльності, за якого величина сумарного прибутку була б найбільшою. Для розв'язування задачі використаємо метод динамічного програмування [3].

Нехай $g_i(x_j)$, $i = 1, 2, \dots, n$, – прибуток від виділення $x_j = j$, $j = 0, 1, \dots, m$, грошових одиниць коштів на вид діяльності D_i . Якщо x_i – кількість грошових одиниць коштів, що планується виділити на i -й вид діяльності D_i , то математична модель задачі матиме вигляд:

$$\sum_{i=1}^n g_i(x_i) \rightarrow \max \quad (1)$$

за умов

$$\sum_{i=1}^n x_i = m,$$
$$x_i \in \{0, 1, \dots, m\}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Позначимо через $P_i(x_j)$, $i = 1, 2, \dots, n$, прибуток від виділення $x_j = j$, $j = 0, 1, \dots, m$, одиниць коштів на перші i видів діяльності D_1, D_2, \dots, D_i , а через $P_i^*(x_j)$, $i = 1, 2, \dots, n$, прибуток від оптимального розподілу $x_j = j$, $j = 0, 1, \dots, m$, одиниць коштів на перші i видів діяльності D_1, D_2, \dots, D_i (максимальний прибуток).

Процес розв'язування задачі розіб'ємо на n кроків. На першому кроці визначимо максимальний прибуток від виділення $x_j = j$, $j = 0, 1, \dots, m$, грошових одиниць коштів на перший вид діяльності D_1 . На другому кроці визначимо максимальний прибуток від виділення $x_j = j$, $j = 0, 1, \dots, m$, одиниць коштів на перші два види діяльності D_1 і D_2 . І т. д. Нарешті, на останньому кроці визначимо максимальний прибуток від виділення m одиниць коштів на всі види діяльності D_1, D_2, \dots, D_n .

На першому кроці покладемо

$$P_1(x_j) = P_1^*(x_j) = g_1(x_j), \quad j = 0, 1, \dots, m, \quad (2)$$

де $g_i(0) = 0$, $i = 1, 2, \dots, n$.

На другому кроці визначаємо

$$P_2(x_j) = \begin{cases} g_2(0) + P_1^*(x_j - 0), \\ g_2(1) + P_1^*(x_j - 1), \\ \dots \\ g_2(x_j) + P_1^*(0) \end{cases} \quad (3)$$

$$P_2^*(x_j) = \max_{0 \leq k \leq j} \{g_2(k) + P_1^*(x_j - k)\} \quad \text{для } j = 0, 1, \dots, m. \quad (4)$$

Взагалі, на s -му кроці ($s = 3, 4, \dots, n-1$) визначаємо

$$P_s(x_j) = \begin{cases} g_s(0) + P_{s-1}^*(x_j - 0), \\ g_s(1) + P_{s-1}^*(x_j - 1), \\ \dots \\ g_s(x_j) + P_{s-1}^*(0) \end{cases} \quad (5)$$

і

$$P_s^*(x_j) = \max_{0 \leq k \leq j} \{g_s(k) + P_{s-1}^*(x_j - k)\} \quad \text{для } j = 0, 1, \dots, m. \quad (6)$$

На останньому n -му кроці досить обчислити $P_n(m)$ і $P_n^*(m)$, де

$$P_n(m) = \begin{cases} g_n(0) + P_{n-1}^*(m), \\ g_n(1) + P_{n-1}^*(m-1), \\ \dots \\ g_n(m) + P_{n-1}^*(0) \end{cases} \quad (7)$$

і

$$P_n^*(m) = \max_{0 \leq k \leq m} \{g_n(k) + P_{n-1}^*(m - k)\}. \quad (8)$$

Оптимальний план розподілу кредитних коштів на види діяльності визначаємо так.

Нехай $P_n^*(m)$ приймає найбільше значення для $k=l_1$, то l_1 одиниць коштів треба виділити на вид діяльності D_n . Далі необхідно розподілити $m-l_1$ одиниць коштів на види діяльності D_1, D_2, \dots, D_{n-1} . Припустимо, що $P_{n-1}^*(m-l_1)$ приймає найбільше значення для $k=l_2$. Це означає, що l_2 одиниць коштів треба виділити на вид діяльності D_{n-1} . Якщо $P_{n-2}^*(m-(l_1+l_2))$ досягає найбільшого значення для $k=l_3$, то l_3 одиниць коштів треба виділити на вид діяльності D_{n-2} . І т. д. Нехай $P_2^*(m-(l_1+l_2+\dots+l_{n-2}))$ приймає найбільше значення для $k=l_{n-1}$. Тоді l_{n-1} одиниць коштів треба виділити на вид діяльності D_2 . Нарешті, $l_n = m - (l_1 + l_2 + \dots + l_{n-1})$ одиниць коштів треба виділити на перший вид діяльності D_1 .

Максимальний прибуток від розподілу кредитних коштів на види діяльності становить $P_n^*(m)$ одиниць.

3. Приклад реалізації

Припустимо, що мале підприємство має можливість зайнятись трьома видами діяльності, взявши для цього кредит в розмірі 600 тис. грн. Нехай на окремий вид діяльності підприємство може виділити k грошових одиниць ($k=1,2,\dots,6$), кожна з яких становить 100 тис. грн. Відомо, що виділення кредиту в розмірі $x_j = j$, $j=0,1,\dots,6$, одиниць на вид діяльності D_i , $i=1,2,3$, забезпечує підприємству прибуток в розмірі $g_i(x_j)$. Треба так розподілити кредит на види діяльності, щоб загальний прибуток від діяльності підприємства був максимальним. Задачу розв'яжемо, виходячи з даних (табл. 1).

Таблиця 1 – Вхідні дані

Прибуток	x_j						
	0	1	2	3	4	5	6
$g_1(x_j)$	0	4	5	6	9	13	17
$g_2(x_j)$	0	5	8	10	11	14	19
$g_3(x_j)$	0	3	6	7	10	14	16

Розв'язання. Нехай $P_i(x_j)$, $i=1,2,3$ – прибуток від виділення $x_j = j$, $j=0,1,\dots,6$, грошових одиниць на перші i видів діяльності; $P_i^*(x_j)$, $i=1,2,3$ – максимальний прибуток від виділення $x_j = j$, $j=0,1,\dots,6$, грошових одиниць на перші i видів діяльності.

Процес розв'язування задачі розіб'ємо на три кроки. На першому кроці визначимо максимальний прибуток від виділення $x_j = j$, $j=0,1,\dots,6$, грошових одиниць на перший вид діяльності. На другому – максимальний прибуток від виділення $x_j = j$, $j=0,1,\dots,6$, грошових одиниць на перші два види діяльності. І, нарешті, на третьому кроці – максимальний прибуток від виділення 6 грошових одиниць на три види діяльності.

На першому кроці

$$P_1(x_j) = P_1^*(x_j) = g_1(x_j), \quad j = 0,1,\dots,6.$$

На другому кроці

$$P_2(x_j) = \begin{cases} g_2(0) + P_1^*(x_j - 0), \\ g_2(1) + P_1^*(x_j - 1), \\ \dots \\ g_2(x_j) + P_1^*(0) \end{cases}$$

$$P_2^*(x_j) = \max_{0 \leq k \leq j} \{g_2(k) + P_1^*(x_j - k)\} \quad \text{для } j = 0, 1, \dots, 6.$$

На третьому кроці досить обчислити $P_3(6)$ і $P_3^*(6)$, де

$$P_3(6) = \begin{cases} g_3(0) + P_2^*(6), \\ g_3(1) + P_2^*(5), \\ \dots \\ g_3(6) + P_2^*(0); \end{cases}$$

$$P_3^*(6) = \max_{0 \leq k \leq 6} \{g_3(k) + P_2^*(6 - k)\}.$$

Дані обчислення $P_2(x_j)$, $j = 0, 1, \dots, 6$, занесемо в табл. 2.

Таблиця 2 – Дані для обчислення $P_2(x_j)$

x_j	k	$g_2(k)$	$P_1^*(x_j - k)$	$P_2(x_j)$
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0*
1	1	5	0	5*
	0	0	4	4
2	2	8	0	8
	1	5	4	9*
	0	0	5	5
3	3	10	0	10
	2	8	4	12*
	1	5	5	10
	0	0	6	6
4	4	11	0	11
	3	10	4	14*
	2	8	5	13
	1	5	6	11
	0	0	9	9

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5
5	5	14	0	14
	4	11	4	15*
	3	10	5	15*
	2	8	6	14
	1	5	9	14
	0	0	13	13
6	6	19	0	19*
	5	14	4	18
	4	11	5	16
	3	10	6	16
	2	8	9	17
	1	5	13	18
	0	0	17	17

Із табл. 2 бачимо, що

$$P_2^*(0)=0, P_2^*(1)=5, P_2^*(2)=9, \\ P_2^*(3)=12, P_2^*(4)=14, \\ P_2^*(5)=15, P_2^*(6)=19.$$

Дані обчислення $P_3(x_j)$ занесемо в табл. 3.

Із табл. 3 бачимо, що $P_3^*(6)=20$.

Таблиця 3 – Дані для обчислення $P_3(x_j)$

x_j	k	$g_3(k)$	$P_2^*(x_j - k)$	$P_3(x_j)$
0	6	16	0	16
	5	14	5	19
	4	10	9	19
	3	7	12	19
	2	6	14	20*
	1	3	15	18
	0	0	19	19

Оптимальний план виділення кредитних коштів на види діяльності визначається так. Оскільки $P_3^*(6)=20$ і досягається для $k=2$, то на третій вид діяльності треба виділити дві грошові одиниці. Далі треба розподілити чотири грошових одиниць на перші два види діяльності. Із табл. 3 бачимо, що при $x_j=4$ маємо $P_2^*(4)=14$ і досягається для $k=3$. Це означає, що на другий вид діяльності треба виділити три грошових одиниці. Залишилась одна грошова одиниця, яку треба виділити на перший вид діяльності.

Максимальний прибуток розподілу кредиту на три види діяльності становить $P_3^*(6)=20$ одиниць.

Висновки

Таким чином, оптимізаційні методи та моделі можна використовувати для управління виробничою, кредитною, збутовою та іншими сферами діяльності малих підприємств, забезпечуючи ефективніше використання наявних ресурсів та досягнення більшого прибутку та кращої репутації серед клієнтів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Калініченко Л. Л. Актуальні проблеми фінансування підприємств малого та середнього бізнесу в сучасних умовах / Л. Л. Калініченко, С. М. Кобзистий // Економічний форум. Науковий журнал. – Луцьк, 2013. – № 2. – С. 228 – 235.
2. Бюлетень Національного банку України. – 2012. – № 10. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bank.gov.ua>
3. Беллман Р. Динамическое программирование / Р. Беллман. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1960. – 400 с.

Стаття надійшла до редакції 10.11.2014

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 519.2: 330.43

Ю.С. ХАРИН, С.Н. СТАЛЕВСКАЯ

РОБАСТНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВТОРЕГРЕССИОННЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА ОСНОВЕ МАЛОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Анотація. У статті розроблена нова малопараметрична модель авторегресії порядку s з r частковими зв'язками $AR(s,r)$, побудована оцінка максимальної правдоподібності параметрів моделі $AR(s,r)$, розглянуто її властивості. Для часових рядів малої тривалості спостереження показано перевагу використання моделі $AR(s,r)$ в порівнянні з класичною повною моделлю. Представлені результати комп'ютерних експериментів на модельних і реальних економіко-статистичних даних.

Ключові слова: авторегресія, малопараметрична модель, оцінка максимальної правдоподібності, оптимальна прогноуюча статистика.

Аннотация. В статье предложена новая малопараметрическая модель временного ряда – авторегрессия порядка s с r частичными связями $AR(s,r)$, построена оценка максимального правдоподобия параметров модели $AR(s,r)$, исследованы ее свойства. Для временных рядов малой длительности наблюдения показано преимущество использования модели $AR(s,r)$ по сравнению с классической полной моделью при прогнозировании будущих значений временного ряда. Представлены результаты компьютерных экспериментов на модельных и реальных экономико-статистических данных.

Ключевые слова: авторегрессия, малопараметрическая модель, оценка максимального правдоподобия, оптимальная прогнозирующая статистика.

Abstract. This paper is devoted to new small-parametric model of time series – autoregressive model of order s with r partial connections $AR(s, r)$, the maximum likelihood estimator is constructed for parameters of the $AR(s, r)$ -modes, its properties are analyzed. The advantages of this model $AR(s, r)$ for short-duration time-series are showed in comparison with classical full model $AR(s)$ for statistical forecasting of future values. Results of computer experiments are presented for simulated and economic time series.

Keywords: autoregression, small-parametric model, maximum likelihood estimator, optimal forecasting statistic.

Введение

При моделировании и анализе экономических систем и процессов часто возникают задачи прогнозирования стохастических процессов с «длинной памятью», когда текущие значения зависят от $s \gg 1$ предыдущих значений (например, на финансовых рынках [1–2], в розничной торговле [3–4]). При попытке построить авторегрессионную модель $AR(s)$ порядка s может оказаться, что количество параметров s модели соизмеримо с количеством наблюдений T . Построение традиционных МНК-оценок параметров модели $AR(s)$ по T

наблюдениям приводит к неустойчивым оценкам, и, как следствие, к ненадежным прогнозам. В связи с этим актуальной является проблема построения робастных прогнозирующих статистик с использованием малопараметрических моделей. В [5–6] этот подход был предложен и успешно использован для процессов, описываемых цепями Маркова высокого порядка s .

1. AR(s) модель, ее искажения и робастные прогнозирующие статистики

Авторегрессионная модель s -го порядка AR(s) для наблюдаемого временного ряда $x_t \in \mathbf{R} = (-\infty, +\infty)$ определяется стохастическим разностным уравнением [7, 8]:

$$x_t = \sum_{i=1}^s \theta_i x_{t-i} + \xi_t, \quad t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \quad (1)$$

где $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_s)' \in \mathbf{R}^s$ — вектор-столбец s неизвестных коэффициентов авторегрессии; $\{\xi_t\}$ — независимые одинаково распределенные случайные величины, имеющие гауссовское (нормальное) распределение вероятностей $N(0, \sigma^2)$ с нулевым средним $E\{\xi_t\} = 0$ и неизвестной конечной дисперсией $D\{\xi_t\} = \sigma^2$.

Эта гипотетическая модель, часто используемая при эконометрическом моделировании, на практике выполняется лишь приближенно, с некоторыми искажениями. Приведем краткий обзор часто встречающихся на практике типов искажений авторегрессионной модели AR(s), более полный обзор имеется в [9, 10]:

- D₁ – параметрические искажения модели, когда для прогнозирования вместо неизвестного истинного вектора параметров θ используется некоторая оценка $\tilde{\theta} = \theta + \Delta\theta$, где вектор $\Delta\theta$ – это так называемая ошибка спецификации (misspecification error);
- D₂ – билинейные искажения модели [11], когда в правой части (1) присутствуют билинейные члены относительно $\{x_{t-i}\}$ и $\{\xi_{t-j}\}$;
- D₃ – неоднородность случайных ошибок $\{\xi_t\}$ по среднему и дисперсии [9];
- D₄ – наличие аддитивных выбросов и выбросов в «инновационном процессе» ξ_t ;
- D₅ – наличие пропущенных значений в последовательности наблюдений $\{x_t\}$.

Наличие искажений гипотетической модели AR(s) приводит к неустойчивости «оптимальной» прогнозирующей статистики, построенной в расчете на адекватность гипотетической модели: среднеквадратическая ошибка (риск) прогнозирования существенно превосходит ожидаемое минимальное значение риска для гипотетической модели. Швейцарским математиком Питером Хьюбером [12] было предложено строить так называемые устойчивые, или робастные (от англ. слова «robust», означающего «крепкий», «стойкий», «устойчивый») прогнозирующие статистики, для которых риск «слабочувствителен» к малым искажениям гипотетической модели AR(s).

В [9, 10] развита теория построения робастных прогнозирующих статистик для различных моделей временных рядов и различных типов искажений. В последующих разделах статьи для построения робастной прогнозирующей статистики в условиях искажений типа D₁ для AR(s) предлагается использовать малопараметрическую модель AR(s, r).

2. Малопараметрическая модель AR(s, r)

Модель авторегрессии порядка s с r частичными связями AR(s, r) определяется следующим стохастическим уравнением:

$$x_t = \theta_{m_1} x_{t-m_1} + \theta_{m_2} x_{t-m_2} + \dots + \theta_{m_r} x_{t-m_r} + \xi_t = \sum_{i \in M} \theta_{m_i} x_{t-m_i} + \xi_t, \quad (2)$$

где $1 \leq r \leq s$ – число частичных связей, $M = \{m_1, \dots, m_r\}$ – упорядоченный набор целочисленных индексов $1 \leq m_1 < m_2 < \dots < m_r = s$, который будем называть шаблоном связей. Соотношение (2) показывает, что состояние процесса x_t в момент времени t зависит не от всех s предыдущих состояний, как в уравнении (1), а лишь от r состояний, индексы которых определяются шаблоном M . Если $r=s$, то имеем полное число связей, а модель (2) переходит в полносвязную модель (1): $AR(s, s) \equiv AR(s)$. Число параметров модели $d(AR(s, r)) = 2r$, и при $r \ll s$ имеется значительный выигрыш по сравнению с числом параметров полной модели $d(AR(s)) = s + 1$.

3. Статистическое оценивание параметров $AR(s, r)$

Введем следующие обозначения: $X_t = (x_t, x_{t-1}, \dots, x_{t-s+1})' \in \mathbf{R}^s$ – s -вектор предыстории наблюдений от момента t до момента $t - s + 1$; $u_t = (\xi_t, 0, \dots, 0)' \in \mathbf{R}^s$ – случайный s -вектор;

$\theta_{(r)} = (\theta_i)_{i \in M} = (\theta_{m_1}, \dots, \theta_{m_r})' \in \mathbf{R}^r$ – r -вектор авторегрессионных коэффициентов для модели $AR(s, r)$ (2); штрих означает транспонирование; $\theta_{(s,r)} = (\tilde{\theta}_i) \in \mathbf{R}^s : \tilde{\theta}_i = \begin{cases} \theta_i, i \in M \\ 0, i \notin M \end{cases}$ –

«усеченный» s -вектор авторегрессионных коэффициентов, составленный следующим образом: если индекс параметра i не включен в шаблон M , то соответствующая координата вектора $\theta_{(s,r)}$ равна нулю, если включен, то совпадает со значением параметра θ_i ; $(s \times s)$ – матрица C и $(s \times s)$ -матрица $C_{(s,r)}$:

$$C = \begin{pmatrix} \theta_1 & \theta_2 & \dots & \theta_s \\ 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}, \quad C_{(s,r)} = \begin{pmatrix} \tilde{\theta}_1 & \tilde{\theta}_2 & \dots & \tilde{\theta}_s \\ 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix};$$

$A = (a_{ij})$ – $(s \times s)$ -матрица, такая, что $a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ если } i = j \in M \\ 0, \text{ иначе} \end{cases}$, A_r – $(r \times s)$ -матрица, полученная из матрицы A путем удаления $s-r$ нулевых строк, а B – $(s \times s)$ -матрица, дополняющая матрицу A до единичной: $A + B = \text{Id}_s$ (здесь Id_s – единичная $(s \times s)$ -матрица, по диагонали которой стоят единицы).

Очевидно, что в силу принятых обозначений выполняются следующие соотношения:

$$A_r A_r' = \text{Id}_r, \quad A_r' A_r = A, \quad \text{rank}(A_r) = \text{rank}(A) = r,$$

$$\theta_{(s,r)} = A_r' \theta_{(r)}, \quad \theta_{(r)} = A_r \theta_{(s,r)}, \quad \theta_{(s,s)} = \theta. \quad (3)$$

Используя введенные обозначения, математические модели (1) и (2) можно представить в следующих эквивалентных матричных формах:

– модель AR(s):

$$x_t = \theta'X_{t-1} + \xi_t, \quad X_t = CX_{t-1} + u_t, \quad (4)$$

– модель AR(s,r):

$$x_t = \theta'_{(s,r)}X_{t-1} + \xi_t, \quad x_t = \theta'_{(r)}A_rX_{t-1} + \xi_t, \quad X_t = C_{(s,r)}X_{t-1} + u_t. \quad (5)$$

Теорема 1. Пусть наблюдается конечная реализация длительностью T+s процесса AR(s,r), определяемая (2): $\{x_t : t = -s+1, \dots, -1, 0, 1, \dots, T\}$. Если $(r \times r)$ -матрица $\sum_{t=1}^T A_r X_{t-1} X'_{t-1} A'_r$ невырождена, то оценками максимального правдоподобия для параметров $\theta_{(r)}$ и σ^2 для модели (2) в случае гауссовости случайных ошибок $\{\xi_t\}$ являются статистики:

$$\hat{\theta}_{(r)} = \left(\sum_{t=1}^T A_r X_{t-1} X'_{t-1} A'_r \right)^{-1} \times \sum_{t=1}^T A_r X_{t-1} x_t, \quad (6)$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (x_t - \hat{\theta}'_{(r)} A_r X_{t-1})^2. \quad (7)$$

Доказательство. В силу модельных предположений логарифмическая функция правдоподобия для модели (2) имеет следующий вид:

$$l(\theta_{(r)}, \sigma) = -T \times \ln(\sigma \sqrt{2\pi}) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{t=1}^T (x_t - \theta'_{(r)} A_r X_{t-1})^2.$$

Дифференцируя функцию $l(\theta_{(r)}, \sigma)$ по $\theta_{(r)}$ и по σ^2 и приравнявая к нулю полученные производные, приходим к соотношениям (6) и (7).

Теорема 2. Пусть $\{x_t\}$ – временной ряд, удовлетворяющий модели (2) для $t = \dots, -1, 0, 1, \dots$, и пусть корни характеристического уравнения $1 - \sum_{i \in M} \theta_i z^i = 0$ лежат вне единичного круга, а случайные величины $\{\xi_t\}$ – независимые и одинаково распределенные гауссовские случайные величины с нулевым средним и дисперсией σ^2 . Тогда оценки максимального правдоподобия $\hat{\theta}_{(r)}$ и $\hat{\sigma}^2$, определяемые (6), (7), состоятельны в смысле сходимости по вероятности: $\hat{\theta}_{(r)} \xrightarrow{P} \theta_{(r)}$, $\hat{\sigma}^2 \xrightarrow{P} \sigma^2$ при $T \rightarrow \infty$.

Доказательство теоремы проводится аналогично случаю AR(s) [7].

Теорема 3. В условиях теоремы 2 при $T \rightarrow \infty$ случайный вектор $\sqrt{T}(\hat{\theta}_{(r)} - \theta_{(r)})$ распределен асимптотически нормально с параметрами:

$$L\{\sqrt{T}(\hat{\theta}_{(r)} - \theta_{(r)})\} \rightarrow N(0, \sigma^2 F_{(s,r)}^{-1}),$$

где

$$F_{(s,r)} = A_r \left(\sum_{i=0}^{\infty} C_{(s,r)}^i \Sigma(C'_{(s,r)})^i \right) A'_r, \quad \Sigma = E\{u_t u'_t\}.$$

Доказательство. Для временного ряда, описываемого моделью (2), (5), справедливо следующее представление: $X_t = C_{(s,r)} X_{t-1} + u_t = \sum_{i=0}^{\infty} C_{(s,r)}^i u_{t-i}$. Тогда

$$E\{X_t X'_t\} = \sum_{i=0}^{\infty} C_{(s,r)}^i \Sigma(C'_{(s,r)})^i, \quad A_r \left(\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T X_t X'_t \right) A'_r \xrightarrow{P} F_{(s,r)}, \quad E\{X_{t-1} u'_t\} = 0, \quad E\{X_{t-1} \xi'_t\} = 0.$$

Предельное распределение вектора

$$\sqrt{T}(\hat{\theta}_{(r)} - \theta_{(r)}) = \sqrt{T} \left(\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T A_r X_{t-1} X'_{t-1} A'_r \right)^{-1} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T A_r X_{t-1} \xi_t$$

совпадает с предельным распределением вектора $F_{(s,r)}^{-1} \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T A_r X_{t-1} \xi_t$. В силу леммы 5.5.6 и теоремы 7.7.7 [7] этот случайный вектор распределен асимптотически нормально с нулевым математическим ожиданием и ковариационной матрицей $\sigma^2 F_{(s,r)}^{-1}$.

4. Прогнозирование с использованием модели AR(s,r)

В случае если наблюдаемый временной ряд описывается моделью AR(s,r), и вектор параметров модели $\theta_{(r)}$ известен, а также корни характеристического уравнения $1 - \sum_{i \in M} \theta_i z^i = 0$ лежат вне единичного круга, тогда оптимальным (в среднеквадратическом смысле) прогнозом для x_{T+1} по предыдущим значениям X_T является прогноз [7]:

$$\hat{x}_{T+1}^* = \theta'_{(r)} A_r X_T; \tag{8}$$

при этом среднеквадратический риск для этой прогнозной статистики равен

$$v^* = E\left\{ \left(\hat{x}_{T+1}^* - x_{T+1} \right)^2 \right\} = \sigma^2.$$

На практике коэффициенты авторегрессии неизвестны, и тогда при прогнозировании используется их статистическая оценка $\hat{\theta}_{(r)}$:

$$\hat{x}_{T+1} = \hat{\theta}'_{(r)} A_r X_T. \tag{9}$$

Прогнозирование последующих значений x_{T+2}, x_{T+3}, \dots осуществляется рекурсивно [7–8] с использованием рекуррентных формул (8) и (9).

На практике часто неизвестен шаблон M . Для фиксированных s и r условно-оптимальный шаблон \hat{M} находится из условия минимизации выборочной вариации:

$$\hat{M} = \arg \min_{M \subset \{1, \dots, s\}, |M|=r} \left\{ \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\hat{\theta}'_{(s,r)} X_{t-1} - x_t)^2 \right\}. \quad (10)$$

Сравним теперь «малопараметрическую» прогнозирующую статистику (9) с традиционной прогнозирующей статистикой (на основе модели AR(s)):

$$\tilde{x}_{T+1} = \tilde{\theta}' X_T, \quad (11)$$

где $\tilde{\theta} = (\tilde{\theta}_i) \in \mathbf{R}^s$ – традиционная МНК-оценка [7, 8]:

$$\tilde{\theta} = \left(\sum_{t=1}^T X_{t-1} X'_{t-1} \right)^{-1} \sum_{t=1}^T X_{t-1} x_t,$$

вычисляемая при условии $\left| \sum_{t=1}^T X_{t-1} X'_{t-1} \right| \neq 0$. Для этого сравним среднеквадратические ошибки (риски) этих прогнозирующих статистик (9) и (11):

$$V\{\hat{x}_{T+1}\} = E\{(\hat{x}_{T+1} - x_{T+1})^2\}, \quad V\{\tilde{x}_{T+1}\} = E\{(\tilde{x}_{T+1} - x_{T+1})^2\}.$$

Прежде всего, заметим, что при $r = s$ эти риски совпадают:

$$V\{\tilde{x}_{T+1}\} = V\{\hat{x}_{T+1}\}.$$

Далее в силу модельных предположений, принятых обозначений и (5), (9) для модели AR(s,r) имеем:

$$\begin{aligned} V\{\hat{x}_{T+1}\} &= E\left\{ \left(\hat{\theta}'_{(r)} A_r X_T - \theta'_{(r)} A_r X_T - \xi_{T+1} \right)^2 \right\} = E\left\{ \left((\hat{\theta}_{(r)} - \theta_{(r)})' A_r X_T - \xi_{T+1} \right)^2 \right\} = \\ &= \sigma^2 + \text{tr} \left(E \left\{ A_r X_T X_T' A_r' (\hat{\theta}_{(r)} - \theta_{(r)}) (\hat{\theta}_{(r)} - \theta_{(r)})' \right\} \right). \end{aligned}$$

В силу теоремы 3 при $T \rightarrow \infty$ получаем асимптотическое выражение этого риска

$$V\{\hat{x}_{T+1}\} \sim \sigma^2 \left(1 + \frac{1}{T} \text{tr}(A_r F A_r' F_{(s,r)}^{-1}) \right) \sim \sigma^2 \left(1 + O\left(\frac{r}{T}\right) \right). \quad (12)$$

Аналогично можно показать, что

$$V\{\tilde{x}_{T+1}\} \sim \sigma^2 \left(1 + O\left(\frac{s}{T}\right) \right). \quad (13)$$

Из сравнения (12), (13) виден существенный выигрыш в величии риска от использования AR(s,r) модели по сравнению с AR(s) при $s \sim T$ и $r \ll s$.

5. Численные эксперименты

5.1. Модельные данные

В i -ом эксперименте ($i = 1, \dots, N$) сгенерируем временной ряд $\{x_t^{(i)}\}$, описываемый моделью AR(20), согласно формуле (1), в котором $\theta_j = (-1)^j \times 0.002$ для $j \in \{1, 2, \dots, 19\} \setminus \{10\}$, $\theta_{10} = -0.3$, $\theta_{20} = 0.4$, $\sigma^2 = 0.25$. Пример реализации такого процесса приведен на рис. 1.

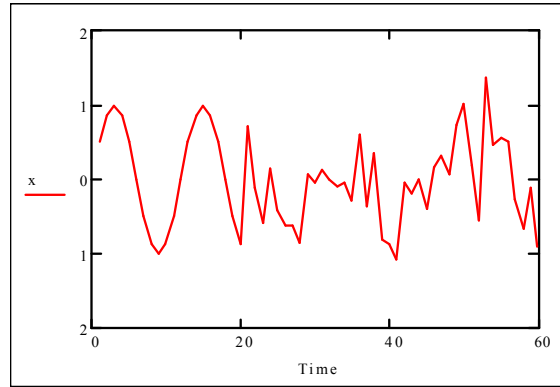


Рисунок 1 – Реализация процесса $\{x_t\}$

Погрешность оценивания будем характеризовать следом выборочной матрицы вариаций:

$\text{tr} \hat{V}_{(s,r)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\theta - \hat{\theta}_{(s,r)}^{(i)})' (\theta - \hat{\theta}_{(s,r)}^{(i)})$, где $N = 1000$ – количество экспериментов, $\hat{\theta}_{(s,r)}^{(i)}$ – оценка максимального правдоподобия в i -ом эксперименте, вычисленная по формуле (6) для $(s, r) = (20, 20)$ (то есть оценка $\hat{\theta}$ для модели AR(20)) и $(s, r) = (20, 2)$ (то есть оценка $\hat{\theta}_{(s,r)}$ для модели AR(20,2)); а погрешность прогнозирования будем характеризовать

среднеквадратической ошибкой прогнозирования: $\hat{V} = \frac{1}{24 \times N} \sum_{i=1}^N \sum_{t=T+1}^{T+24} (x_t^{(i)} - \hat{x}_{t,(s,r)}^{(i)})^2$, где

$\hat{x}_{t,(s,r)}^{(i)} = (\hat{\theta}_{(s,r)}^{(i)})' X_{t-1}$ – прогноз, построенный на основании соответствующей оценки в i -ом эксперименте. Прогнозирование проводилось на глубину $\tau = 24$.

Результаты экспериментов приведены на рис. 2 и 3 для различных значений $T + s$.

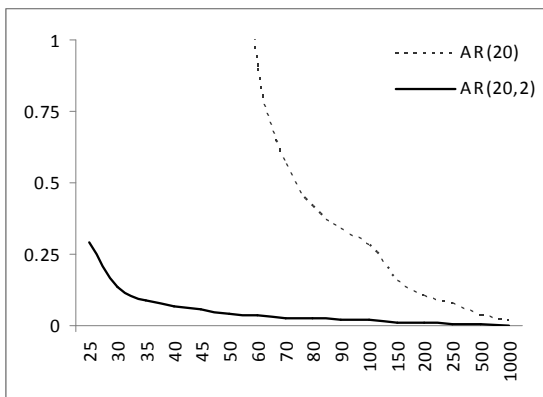


Рисунок 2 – След выборочной матрицы вариаций оценок параметров для моделей AR(12) и AR(12,2)

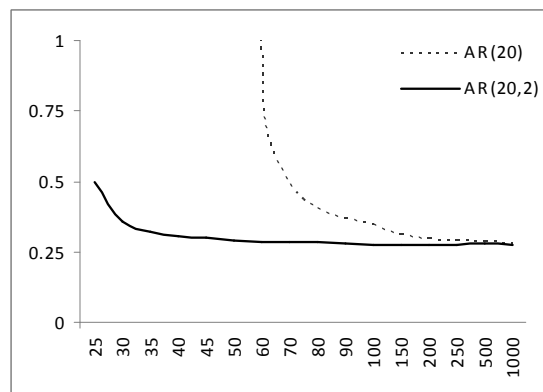


Рисунок 3 – Среднеквадратическая ошибка прогнозирования \hat{V} для моделей AR(12) и AR(12,2)

Для длительности наблюдений $T+s < 70$, модель AR(20) построить оказалось невозможно в силу плохой обусловленности матрицы $\sum_{t=1}^T X_{t-1} X'_{t-1}$. Для модели AR(20,2) точность оценивания параметров и прогнозирования достаточно хорошая.

5.2. Реальные экономико-статистические данные

В качестве иллюстрирующего примера рассмотрим статистические данные [13] «Динамика ежемесячных цен на попкорн с карамелью с 04/2004 года по 03/2009 года» (60 наблюдений), график этого временного ряда представлен на рис. 4. При различных значениях параметров $T+s \in \{16, \dots, 54\}$ строились оценки максимального правдоподобия для моделей AR(12) и AR(12,2) (оптимальный шаблон выбирался согласно формуле (10)). Остальные $60 - (T+s)$ наблюдений использовались для оценивания среднеквадратической ошибки прогнозирования: $\hat{V} = \frac{1}{60-T-s} \sum_{t=T+1}^{60-s} (x_t - \hat{x}_t)^2$. Результаты экспериментов, приведенные на рис. 5, показывают хорошую точность прогнозирования в условиях малой длительности наблюдения с использованием модели AR(12,2).

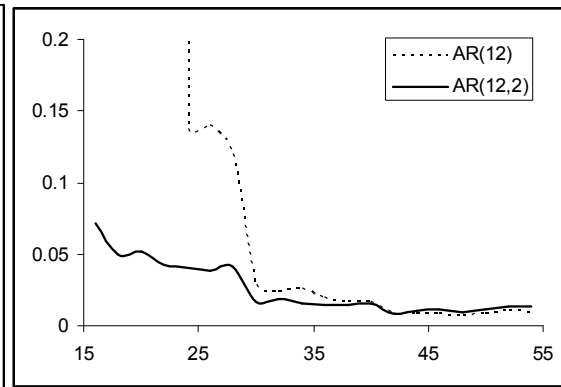
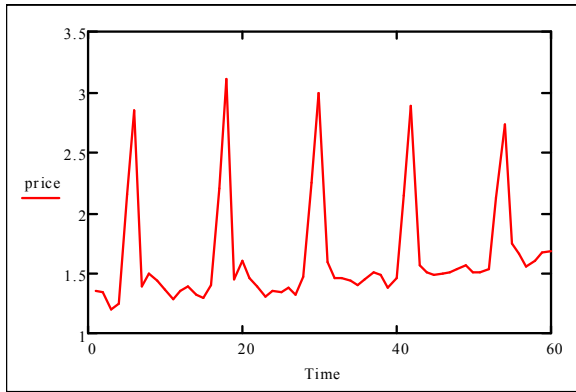


Рисунок 4 – Цены на попкорн с 04/2004 по 03/2009

Рисунок 5 – Среднеквадратическая ошибка прогнозирования \hat{V} для моделей AR(12) и AR(12,2)

Согласно формуле (10) для AR(12,2) получена оценка шаблона $\hat{M} = \{10, 12\}$. Отметим, что для длительности наблюдений $T+s < 25$, модель AR(12) построить оказалось невозможно в силу плохой обусловленности матрицы $\sum_{t=1}^T X_{t-1} X'_{t-1}$, тогда как прогноз на основе AR(12,2) имеет высокую точность уже при $T+s \geq 16$.

Заключение

В статье предложена новая малопараметрическая модель авторегрессии порядка s с r частичными связями AR(s,r). Построена оценка максимального правдоподобия для параметров модели, доказаны ее свойства: состоятельность, асимптотическая нормальность. Теоретически показан существенный выигрыш в величине риска прогнозирования от использования AR(s,r) модели по сравнению с AR(s) при $s \sim T$ и $r \ll s$. Компьютерные эксперименты, проведенные на модельных и на реальных данных, демонстрируют высокую точность прогнозирования с использованием модели AR(s,r) даже при малой длительности

наблюдения временного ряда, когда невозможно построить прогноз с использованием полной модели AR(s).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Akgiray V, Booth G. The stable law model of stock returns // J.Business Econom. Statis. — 1988. — Vol. 6. — P. 51 – 57.
2. Ding Z., Granger C., Engle R. A long memory property of stock market returns and a new model // – Journal of empirical finance. – 1983. – Vol. 1. – P. 83 – 106.
3. Baillie R.T. Long memory processes and fractional integration in econometrics // J. Econometrics, – 1996. – Vol.73. – P.5 – 59.
4. Bollerslev T., Mikkelsen O.H. Modeling and pricing long memory in stock market volatility // Journal of Econometrics. – 1996. – Vol. 73. – P. 151 – 184.
5. Харин Ю.С. Цепи Маркова с g -частичными связями и их статистическое оценивание // Доклады НАН Беларуси. – 2004. – Т.48, № 1. – С. 40 – 44.
6. Харин Ю.С., Петлицкий А.И. Цепи Маркова s -го порядка с g -частичными связями и их статистическое оценивание // Дискретная математика. – 2007. – Том 12, вып. 2. – С. 109 – 130.
7. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов / М.: Мир, 1976. – 756 с.
8. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: исследование зависимостей / М.: ФиС, 1985. – 487 с.
9. Харин Ю.С. Оптимальность и робастность в статистическом прогнозировании / Минск: БГУ, 2008. – 264 с.
10. Kharin Yu. Robustness in statistical forecasting / Springer, 2013. – 356 p.
11. Kharin Yu., Charemza W., Maevskiy V. Bilinear forecast risk assessment for nonsystematic inflation: theory and evidence // Dynamic Modeling and Econometrics in Economics and Finance. – 2014. – Vol. 17. – P.205 – 232.
12. Хьюбер П. Робастность в статистике / М.: Мир, 1984. – 304 с.
13. Интернет-источник <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do;jsessionid=F154BA78C7C50C021C8CA924EDB72FD5?documentID=1002>

Стаття надійшла до редакції 02.12.2014

УДК 332.01

В.И. СУСЛОВ

МОДЕЛИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЭКОНОМИКИ: ГЕНЕЗИС, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ

***Анотація.** Надано короткий огляд відомих з початку XIX ст. моделей просторової економіки з особливим акцентом на моделі А.Г. Гранберга, що використовуються у ІЕОПВ СВ РАН понад 40 років. Показані напрямки подальшого розвитку цих моделей, рух за якими передбачено здійснити у межах одного дослідницького проекту. Найважливіші з них: проектний підхід, системи управління базами даних, геоінформаційні системи, агентно-орієнтоване моделювання, ГІС.*

***Ключові слова:** життєздатна система, апроксимація, фактор, підхід, обмеження.*

***Аннотация.** Дан краткий обзор известных с начала XIX в. моделей пространственной экономики с особым акцентом на модели А.Г. Гранберга, используемые в ИЭОПП СО РАН в течение более 40 лет. Показаны направления дальнейшего развития этих моделей, движение по которым предполагается осуществить в рамках данного исследовательского проекта. Важнейшие из них: проектный подход, системы управления базами данных, геоинформационные системы, агентно-ориентированное моделирование, супервычисления.*

***Ключевые слова:** модели, экономическое пространство, региональная экономика, экономическое равновесие, парадигма, агентно-ориентированные модели, ГИС.*

***Abstract.** A brief review of known from the beginning of the nineteenth century models of the spatial economy with special emphasis on the Granberg's model used in IEIE SB RAS for more than 40 years. Directions of further development of these models, the movement which is supposed to be implemented in the framework of this research project. The most important of them: the project approach, database management system, geographic information systems, agent-oriented modeling, supercomputing.*

***Keywords:** models, economic space, regional economics, economic equilibrium paradigm, agent-oriented models, GIS.*

Введение

В 2012 г. начался трехлетний цикл работ по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН № 31 «Роль пространства в модернизации России: природный и социально-экономический потенциал» (координатор академик В.М. Котляков). Это продолжение работ по программе Президиума РАН «Фундаментальные проблемы пространственного развития Российской Федерации: междисциплинарный синтез», которой руководил с 2009 г. академик Александр Григорьевич Гранберг. В рамках программы № 31 нами выполняется проект «Новая парадигма моделирования экономического пространства».

Название проекта было придумано раньше, чем пришло понимание всей серьезности заявки. Проект следовало бы назвать скромнее. В нем скорее будет сделана попытка интегрировать ростки нового в моделировании пространственной экономики, наметившиеся в последние годы. Основная задача работ прошедшего года по данному проекту – обзор, анализ и обобщение существующих подходов к моделированию экономического пространства. Предполагалось также наметить основные направления работы над «новой парадигмой».

Существуют разные взгляды на соотношение двух направлений исследования: региональной и пространственной экономики. Часто считают, что первое направление исследует пространство, обладающее свойством дискретности, а второе направление рассматривает непрерывное пространство. Мы придерживаемся иной точки зрения.

Региональная экономика – это точечная экономика, в которой по сравнению с классической (или неоклассической) макроэкономикой более полно учтены внешние связи (потоки продукции, услуг, ресурсов). Пространственная экономика имеет две модификации: с непрерывным и дискретным представлением пространства. Во втором случае речь идет о многорегиональных системах. Региональная экономика производит «кирпичи» для модельных построений этого направления.

1. История исследования проблемы

Исторически первыми (с начала XIX в.) стали развиваться теоретические концепции для непрерывного пространства (сначала на линии, а потом и на плоскости). Труды таких ученых как Иоганн фон Тюнен, Вильгельм Лаунхардт (19 век), Альфред Вебер (начало 20 века), Вальтер Кристаллер, Август Леш, Торд Паландер, Гарольд Хоттелинг (30–40-е годы 20 века) были заложены основы теории размещения (economics of location). Так, например, в классической модели Тюнена показывалось, как вокруг города, где сосредоточен спрос на сельскохозяйственную продукцию, формируются кольца (кольца Тюнена) – зоны производства разных сельскохозяйственных продуктов. Чем дальше от города, тем ниже цена земли и меньше возможная рента. Развиваемые концепции фактически преодолевали условия так называемой теоремы пространственной невозможности Старретта, доказанной сравнительно недавно – в 1978 г. В соответствии с ней экономическое пространство имеет смысл моделировать (т.е., когда оно существует) при выполнении ряда условий: пространство неоднородно (параметры функций затрат и полезности пространственно дифференцированы), конкуренция несовершенна (отдельные игроки могут влиять на общую ситуацию), отдача на масштаб непостоянна (т.е. увеличив затраты, например, в два раза, вы не получите точно двукратного увеличения результата). Пространство возникает, если одно из этих условий соблюдается. Иначе пространства, как такового, нет, т.е. оно гомоморфно точке или представляет собой набор точек-автаркий, в каждой из которых производится ровно столько, сколько и потребляется.

Достаточно развитыми и весьма сложными математически являются модели непрерывного пространства Бекмана-Пуу (1981–85), Андерсона-Занга (1988), в которых оперируют непрерывными на плоскости (экономическом пространстве) функциями затрат, объемов производств, наличия факторов, а потоки товаров и факторов представляются векторными полями. В результате теоретического анализа было показано, что и в пространстве (в каждой его точке) цена капитала равна его предельной производительности, зарплата – предельной производительности труда, земельная рента – предельной производительности земли, цена энергии – ее предельной производительности. Товары и энергия транспортируются в направлении самого крутого роста цен. На базе этих моделей был выполнен прикладной анализ структурной стабильности непрерывных 2-мерных конструкций и показано, что для случая многих регионов устойчивая форма – правильные 3-х, 4-х и 6-тиугольники, но не окружности.

Интересные и достаточно сложные модели разработаны в рамках так называемой новой городской экономики. В этих моделях анализируются внешние и агломерационные эффекты, и подчеркивается значение транзакционных издержек. Исследуется ситуация, когда резиденты (фирмы и домохозяйства) конкурируют за место размещения в городе. Некоторые из этих моделей наследуют идеи Тюнена. Только в предопределенном центре происходит не торговля, а сосредоточена вся экономическая деятельность, в частности, все рабочие места. Основная задача – определить размещение домохозяйств (мест проживания), учитывая доступность работы, доступность услуг и желаемый размер дома. Домохозяйства максимизируют уровень полезности в рамках своих бюджетных ограничений.

Региональная экономика как наука возникла в 50-х годах 20 века на базе работ Яна Тинбергена и Уолтера Айзарда под сильным воздействием кейнсианских макроэконометрических и леонтьевских межотраслевых моделей. На их базе стали

развиваться многорегиональные модели. Такие модели разрабатываются и используются и сегодня в разных странах. Например, в США наиболее известны три многорегиональных межотраслевых моделей: IMPLAN I-O (Input-Output), NIEMO (National Interstate Economic Model), RUBMRIO (Random-Utility-Based Multiregional Input-Output).

2. Системы и модели

Несколько слов об IMPLAN – эта система моделирования исходно разрабатывалась лесной службой Министерства сельского хозяйства США и была рассчитана на применение данных межотраслевых балансов на уровне графства для оценки влияния на экономику различных вариантов использования неприватизированных лесных ресурсов. Но лесная служба исходно сделала IMPLAN такой, чтобы с ее помощью можно было анализировать эффективность работы различных государственных и муниципальных органов. Она (эта система) ориентирована на использование массивов статистических данных по широте охвата, качеству, масштабу, не имеющих аналогов в мире – тем более в быв. СССР и, особенно, в современной России. Так, интегрированная в систему статистика товарных потоков, обследование которых проводится раз в 5 лет, содержит данные по погрузкам, их стоимости, весу, типу транспортировки, по отгрузкам товара с заводов, оптовых баз, по отдельным розничным сетям. А выборка анализа грузопотоков охватывает сеть протяженностью 245500 миль: 46380 миль хайвэев между штатами, 162000 миль национальной системы хайвэев, 35000 миль прочих национальных автотрасс и 2125 миль городских улиц и сельских дорог. По этой сети отслеживаются грузопотоки между 123 внутренними и 8 зарубежными торговыми зонами по 43 товарным группам и 8 видам транспорта с разделением на экспорт, импорт и внутренние перевозки.

В системе NIEMO, созданной первоначально для оценки экономических последствий терактов и техногенных аварий (катастроф), изначально представлено 114 географических точек, представляющих регионы, определенные как центроиды по плотности населения. В расширенной модели 1872 центроида. В модифицированную модельную систему под названием TransNIEMO была интегрирована национальная дорожная сеть. Стала возможной оценка ущерба от разрушения (в результате теракта или аварии) конкретных мостов, туннелей и прочих транспортных узлов. Наиболее известное приложение модели TransNIEMO – расчет народно-хозяйственного ущерба от разрушения 2-го июля 2007 г. моста у города Миннеаполис. Тогда использовалась модель, включающая 47 отраслей 52 региона, и оценка ущерба составила 92 млрд долл. Оценивались и последствия терактов 11 сентября 2001 г. Был сделан вывод, что на национальном уровне влияние оказалось краткосрочным и умеренным, а на региональном – проявилось через дислокацию фирм.

Многорегиональные модели стали разрабатываться и на иных принципах: гравитационные модели (Алонсо, 70-е годы 20 века), переносящие в экономику закон всемирного тяготения классической механики, в которых межрегиональные потоки товаров и т.д. ставились в прямую зависимость от экономических потенциалов регионов-контрагентов и обратную – от расстояний или затрат на перемещение; энтропийные модели (Вильсон, 70-е годы), спроецированные из термодинамики, в которых максимизация энтропии (ожидаемой информации) приводит к определению наиболее вероятного пространственного распределения потоков (товаров и т.д.). Это – одни из немногих продуктивных примеров «переноса» в экономику концептуальных решений из естественнонаучных дисциплин. Чаще всего такие попытки неудачны.

Определенным прорывом явились модели новой экономической географии, начавшиеся с одной из работ Пола Кругмана в 1991 г. (в 2008 г. П. Кругман стал Лауреатом премии по экономике памяти Альфреда Нобеля за то, что «встроив отдачу от масштаба в модели общего равновесия, углубил наше представление о детерминантах торговли и размещения экономической деятельности» – так было сказано Нобелевским комитетом), развивающие идеи модели Дикстита-Стиглица (прежде всего, о монополистической

конкуренции в международной торговле) и продолженные работами Фуджиты, Вэнэблза и др. Эти модели основываются на теории торговли и несовершенной, в частности моно- и олигополистической конкуренции. Развитие пространственных систем (центробежные и центростремительные процессы, самоорганизация пространства, выражающаяся в образовании агломераций, кластеров) представляется в них результатом действия разнообразных интересов всех участников рынка. Речь идет именно о развитии пространственных систем в отличие от классических моделей пространственной экономики Тюнена, Кристаллера и др., в которых пространственные структуры экзогенны и неизменны.

Главное достижение новой экономической географии в том, что она показывает, как размер рынка взаимодействует с масштабом внутренней пространственной экономики фирм, их транспортными расходами. Это позволяет определять размер рынка эндогенными причинами (бельгийский экономист Жак Франсуа Тисс – ведущий ученый Лаборатории теории рынков и пространственной экономики ВШЭ).

Модели новой экономической географии (торговли Диксита-Стиглица-Кругмана, Кругмана «Центр-Периферия», Кругмана-Вэнэблза и т.д.) основаны на посылах, прямо противоположных классическим: наличие экстерналий, положительной отдачи от масштаба, положительных обратных связей. Они сложны математически, в них используются – фактически тестируются в разной форме – плохо формализуемые гипотезы. Пока не известны модели более чем двухрегиональные двухсекторные.

Впрочем, далеко не все исследователи считают новую экономическую географию теоретически значимой, полезной и продуктивной. Так, например, известны высказывания уважаемых профессоров-экономистов, что новая экономическая география вызывает «глупое чувство дежавю», или что это всего «лишь одна из многих попыток вовлечь в экономическую географию экономистов».

В этом же ряду (современных достижений) располагается пространственная эконометрика, в которой решаются задачи аналогичные анализу временных рядов (автокорреляция, гетероскедастичность, коинтеграция, нестационарность). Но если в анализе временных рядов направление связей одно: от прошлого к будущему, – то в пространственной эконометрике таких направлений много (например, по сторонам света). И вопрос о том, как совместить эти разные направления в рамках одной модельно-методической схемы, весьма сложен.

Одним из популярных показателей пространственной эконометрии является I-статистика Морана. Она показывает уровень пространственной автокорреляции. Важную роль в ее расчете играет матрица пространственных весов. Это шахматная матрица с перечнем элементов пространственной структуры (списком регионов, административных районов и т.д.) в подлежащем и сказуемом, в клетках которой размещены индикаторы близости соответствующих элементов пространственной структуры (на ее диагонали всегда нули). Часто этот индикатор – ноль, если элементы соответствующей пары не граничат друг с другом, или единица, если они граничат. Этими индикаторами могут быть величины, обратные к расстояниям между элементами соответствующей пары.

В анализе временных рядов аналог матрицы пространственных весов можно назвать матрицей временного сопряжения. Ее подлежащее и сказуемое есть ряд натуральных чисел – номеров временных периодов, элементы, расположенные непосредственно под (или над) главной диагональю, равны единице, остальные элементы – нулевые. Так вот: если в формуле статистики Морана такую матрицу использовать вместо матрицы пространственных весов, то она (формула) окажется обычным коэффициентом автокорреляции.

Говоря о современных веяниях в моделировании экономического пространства следует упомянуть модели общего вычислимого равновесия, теории эндогенного роста, сложности, хаоса, сетевой анализ, вычислимые нейросети.

Модели Гранберга – это мультирегиональные модели леонтьевского типа – оптимизационные многорегиональные межотраслевые – ОМММ. За более чем 40-летнюю

историю своего существования и использования они существенно изменились как по своей структуре, так и по способам применения в теоретическом и прикладном анализе. Неизменной осталась их суть: в них региональные межотраслевые модели объединяются с помощью способов межрегиональных связей (типа транспортной задачи) и условий выравнивания региональных уровней потребления населения (скаляризирующих вектор региональных целей) в линейно программные конструкции.

Эти конструкции линеаризируют в отдельных своих фрагментах нелинейные зависимости. Так, в современных модификациях моделей нелинейны зависимости инвестиций последнего года прогнозного периода от суммарных за весь период инвестиций в основной капитал, инвестиций от приростов производственных мощностей, цен мирового рынка от объемов экспорта-импорта (для России – значимой в мировом масштабе страны – это естественно) и некоторые другие. Благодаря этому парето-границы, представляемые этими модифицированными моделями становятся более реалистичными, представляющими широкие области возможных состояний пространственной экономики и переход от одного сценария развития к другому осуществляется изменением сравнительно небольшого числа параметров, а не полной перестройкой многих сотен границ на отдельные переменные.

Переменные и ограничения этих моделей линейной оптимизации с учетом, так называемых условий дополняющей нежесткости Канторовича образуют систему экономических показателей. Фактически она (система показателей) является теоретической концепцией производства, распределения, транспортировки и потребления продукции и услуг в дискретном экономическом пространстве.

По существу эти модели представляют поле возможностей для экономических игр, а не сами эти экономические игры. Они (эти модели) состоят из жестких ограничений «законов сохранения экономической материи»: нельзя в регионе использовать (продукции, услуг, ресурсов) больше, чем есть, и все, что есть, должно быть как-то использовано (потеря – тоже форма использования). С их помощью находятся экстремальные состояния пространственной экономики: оптимальные и равновесные в разных смыслах.

Важное направление использования этих моделей – анализ межрегиональных экономических взаимодействий. Этот анализ основывается на двух разделах математической экономики: теории экономического равновесия и теории кооперативных игр (которая в данном случае также выступает одним из особых разделов теории экономического равновесия). В первом случае (равновесие Вальраса) идет речь об обычном товарно-денежном рынке и эквивалентном межрегиональном обмене, во втором (равновесие Нэша, ядро системы) – о контрактном рынке и взаимовыгодном обмене.

В концепции рынка по Вальрасу каждый субъект рынка (в данном случае – регион) определяет свой спрос и предложение (вывоз-ввоз, экспорт-импорт продукции), максимизируя свою целевую функцию при бюджетном ограничении в текущих ценах обмена. При этом он не задумывается о партнерах или о каких-то целях общего характера. Далее на всех рынках работает закон спроса и предложения: цена растет, если совокупный спрос (ввоз и импорт) превышает совокупное предложение (вывоз и экспорт) и наоборот. Субъекты рынка пересматривают свои планы – ориентируясь на новые цены. И т.д., пока не будет достигнуто равновесие.

Равновесия с нулевыми бюджетными сальдо – состояния эквивалентного межрегионального обмена.

В рыночном механизме и равновесии по Нэшу основным понятием выступает договор, контракт, соглашение. Рыночный механизм – это переговорный процесс, в котором субъекты рынка заключают между собой соглашения о взаимодействии – вступают в коалиции. Субъекты ориентируются на собственные интересы и выходят из старых соглашений-коалиций, если увидят более выгодных партнеров. Равновесие по Нэшу достигается тогда, когда ни один из субъектов и ни одна из коалиций субъектов не имеет возможности улучшить свое положение, изменив состав своих партнеров.

Один из главных результатов теории кооперативных игр заключается в том, что в равновесии во взаимодействие вступают все субъекты рынка и любая коалиция субъектов, выделившись из полной системы, проиграет. Множество таких равновесных состояний называют ядром системы. Это особое множество – взаимовыгодного межрегионального обмена.

За исследование этих вопросов в теории кооперативных игр в 2012 г. Нобелевскими лауреатами по экономике стали Шепли и Рот.

Исследование ядра многорегиональной экономической системы проводится в рамках так называемого коалиционного анализа, когда проводятся расчеты по всем возможным коалициям регионов. Другое направление коалиционного анализа – расчет эффектов межрегиональных взаимодействий, под которыми понимаются вклады одних регионов в потребление других регионов (в принципе эффекты можно рассчитывать на базе любых других макропоказателей). Если в некоторую коалицию регионов добавить новый регион, то потребление регионов исходной коалиции изменится, скорее всего – вырастет. Эти изменения и будут оценками вкладов нового региона в потребление регионов исходной коалиции. Таких оценок много (по числу коалиций регионов без региона-донора). Их среднее и есть эффект межрегиональных взаимодействий (можно еще посчитать дисперсию, как характеристику ошибки измерения).

Теория экономического равновесия и кооперативных игр уже не менее тридцати лет достаточно успешно используется в прикладном анализе многорегиональных экономических систем с применением ОМММ. Однако только совсем недавно были получены строгие доказательства существования равновесий Вальраса, Нэша (а также Эджворта, нечеткого ядра) для экономических систем, представляемых моделями типа ОМММ. Это было сделано в рамках интеграционного проекта Президиума СО РАН, выполняемого усилиями сотрудников нашего ИЭОПП и Института математики СО РАН. Сами доказательства получены В.А. Васильевым.

В качестве примера приведем результаты расчетов для системы союзных республик накануне распада СССР. Такие расчеты проводятся и для макрорегионов России, но они пока не очень показательны и выводы из них имеют слишком общий характер, типа: «Сибирь для России играет примерно ту же роль, что и Россия играла для СССР».

Сначала – о результатах коалиционного анализа, т.е. расчетов по всем возможным коалициям 15 бывших союзных республик (на самом деле таких коалиций слишком много – 65536, – для того чтобы провести расчеты по всем ним; расчеты проводились по выборке, включающей несколько сотен коалиций, построенной с помощью специально разработанного алгоритма). Доля эмерджентного (синергетического) эффекта в общем конечном потреблении союзных республик составляла около 55%. Только Россия в состоянии полной автаркии могла тогда сохранить значение своего целевого показателя на достаточно высоком уровне. И только для России вклад в общесистемное потребление превышал ее потребление, обусловленное внутрисистемными связями – сальдо межреспубликанских взаимодействий было положительным. Причем для Украины это сальдо было отрицательным в очень большом (до неприличия) размере.

Несколько иную картину давали результаты равновесного анализа (по Вальрасу и Нэшу). Зона ядра сильно вытянута в сторону увеличения доли России в общесистемном непроизводственном потреблении. Это означает, что непроизводственное потребление России могло бы быть значительно увеличено за счет других республик, но межреспубликанский обмен оставался бы взаимовыгодным, т.е. коалиции республик без России имели бы меньшее потребление.

При этом фактическая доля непроизводственного потребления России выше ее доли в состоянии эквивалентного обмена. Т.е. ее потребление преувеличено по сравнению с тем, которое имело бы место при эквивалентном межреспубликанском обмене. Такая же ситуация – но гораздо в большей степени – была характерна для Казахстана и Средней Азии.

А вот потребление Украины, Закавказья, Прибалтики и, особенно, Белоруссии – занижено по сравнению с равновесным эквивалентным.

Потенциал моделей типа ОМММ близок к исчерпанию. В рамках нашего исследовательского проекта по программе № 31 предполагается модифицировать их и «погрузить» в более общую модельно-методическую схему, в которой интегрировались бы следующие фундаментальные научные установки и представления.

1. «Рыночные силы» стремятся привести экономическое пространство в состояние равновесия между гипотетическими субъектами-регионами (по мере совершенствования способов моделирования – между реальными субъектами), понимаемое в рамках концепции Вальраса или/и Нэша. Отклонения от равновесия вызываются деятельностью государства, рыночными провалами и инновационным монополизмом.

Одна из задач данного исследовательского проекта – встроить концепции экономического равновесия в «новую парадигму моделирования экономического пространства».

2. Инновационный монополизм приводит к получению временных преференций (прежде всего, ценовых) инноватором, который первым освоил и предложил на рынке новый продукт, технологию. Это – основная причина постоянного дискретного дрейфа равновесия в современной экономике.

В рамках уже упоминавшегося интеграционного проекта с ИМ СО РАН была осуществлена попытка формализовать ситуацию с инновационным монополизмом. Использовалась концепция равновесия Штакельберга, развиваемая в том проекте В.Л. Бересневым. Это концепция равновесия с двумя участниками: лидером и последователем. Фирма-лидер выводит на рынок новый продукт, фирма-последователь пытается расширить и занять часть нового рынка. В нашем случае лидер – инновационный монополист, последователь – осуществляет диффузию инновации. Именно его (последователя) деятельность возвращает ситуацию в «обычное» русло более или менее совершенной конкуренции и традиционного равновесия.

3. Экономическое пространство при математическом моделировании представимо двухслойно: первый слой – фоновая экономика в разрезе регионов, второй слой – конкретные крупные субъекты, являющиеся, в частности, реализуемыми инвестиционными проектами.

Другими словами, первый слой – экономика «обычная», «инерционная», «эволюционная», «фоновая». Она характеризуется функциями затрат с быстро падающей эффективностью (на каждую дополнительную единицу результата – ВВП, потребления населения и т.д. – требуется достаточно быстро возрастающее количество затрат – материальных, трудовых, капитальных), что устанавливает жесткие пределы экономическому росту.

Второй – экономика «проектная», «прорывная». Она основана на крупных инвестиционных проектах, вносящих в экономику новое качество. Практическая реализация этих проектов «сглаживает» функции затрат (не столько вследствие высокой собственной эффективности, сколько благодаря значительным мультипликативным – косвенным и внешним – эффектам, обеспечивающим рост общей экономической эффективности – как, например, для инфраструктурных и научно-технологических проектов). В результате пределы роста ослабляются, что приводит к увеличению темпов экономического развития, доходов и потребления населения и т.д.

4. При моделировании экономического пространства необходимо достичь разумного компромисса между подходом сплошных сред (однотипное описание всех ячеек – в некоторой регулярной сетке – пространства и связей между ними) и агенто-ориентированным подходом (моделируются реальные субъекты с их интересами: муниципалитеты, города, домашние хозяйства, фирмы, корпорации, отдельные люди).

Агенто-ориентированные модели (АОМ) – специальный класс вычислимых моделей, основанных на имитации индивидуального поведения множества агентов – субъектов, и

создаваемых на базе компьютерных симуляций. Основная идея данного подхода – построение вычислительного инструмента, представляющего собой множество агентов с набором свойств и правил поведения. Если в микроэкономике оперируют с одним типичным представителем каждого класса реальных субъектов (агентов) рынка: фирма, корпорация, домашнее хозяйство, банк, государство, – то в конструкции АОМ стремятся включить всех субъектов с учетом их индивидуальных особенностей. Так, например, существуют модели США, в которых описаны все 300 млн человек населения, модели Москвы с несколькими сотнями тысяч (пока) жителей.

В результате принципиально меняется взаимоотношение между микро- и макроэкономикой. Теперь это не две разные, мало связанные между собой теоретические дисциплины. Закономерности и связи на макроуровне оказываются порожденными процессами, происходящими на микроуровне. Пока еще это не совсем так, но вектор развития теоретических построений имеет такое направление.

Интересен факт: были созданы АОМ, воспроизводящие в вычислительном (симулирующем) эксперименте результаты теоретической конструкции Тюнена. На 1-м шаге вычислительного процесса вся деятельность сосредоточена в центре круга – в городе, а все земли вокруг него свободны. И где-то к шагу с номером 15000 возникает структура «колец Тюнена».

Вообще говоря, классическая концепция экономического равновесия (Вальраса или Нэша) также агенто-ориентирована, т.к. речь идет о равновесии как результате действий субъектов рынка, каждый из которых имеет свои цели и обладает возможностями их достижения. Но в ОМММ эти субъекты условны. Это регионы в лице «как бы» своих органов власти, стремящихся улучшить благосостояние «своих» граждан, выстраивая планы развития «своей» экономики.

5. Для количественного отражения экономического пространства наряду с традиционными методами статистики, эконометрии, имитационного и нормативного моделирования следует использовать методы геоинформационных систем (ГИС), а прикладная реализация модельно-методических схем должна все в большей степени основываться на супервычислительных комплексах.

ГИС – географическая информационная система, по существу представляет модель реальной поверхности Земли со всеми важными для приложений особенностями, поддерживает базы данных объектов (т.е. выступает системой управления базами данных – СУБД), привязанных к местности, и алгоритмы решения прикладных задач на совокупности этих объектов. Наиболее хорошо себя они зарекомендовали в работе с мелкомасштабными «природными» картами в геологии, сельском хозяйстве, навигации, экологии, градостроительстве и т.п.

Один из лидеров на международном рынке ГИС (около 40% мирового рынка) – компания ESRI, США. В России представляют ESRI-технологии две компании: московская «Дата-плюс» и новосибирская «Дата-Ист» (базируется в Академгородке, входит в ассоциацию «Сибкадемсофт»). ИЭОПП СО РАН начинает сотрудничать с «Дата-Ист» и использовать один из ESRI-продуктов – ArcGIS. Институты СО РАН, находящиеся под эгидой Объединенного ученого совета по наукам о земле, имеют почти 10-летний опыт такого сотрудничества.

Современные ГИС это не только и даже не столько средства визуализации результатов анализа и моделирования, которые можно получить вне ГИС. Они предоставляют набор инструментов анализа и моделирования, применимых только в рамках картографических форматов. Сейчас активно развиваются и начинают использоваться программные продукты, объединяющие возможности АОМ и ГИС. Одним из наиболее продвинутых продуктов такого рода является AnyLogic, разработанный Санкт-Петербургской IT-компанией с одноименным названием.

Обычных вычислительных возможностей, предоставляемых, например, настольным ПК или ноутбуком, при работе с большими математическими конструкциями типа АОМ,

ГИС становится недостаточно. Впрочем, нам приходилось сталкиваться с явным дефицитом вычислительного ресурса и при работе даже с ОМММ условного малоразмерного (3 региона, 5 продуктов) примера экономики: экспериментальный «обсчет» теоретической концепции равновесия Эджворта или нечеткого ядра требовал сутки непрерывной работы настольного ПК. Первые реализации не очень больших прикладных ОМММ, проводимые 40–45 лет назад на ламповых ЭВМ, занимали такое же время. Сейчас настольный ПК решает такую задачу за несколько секунд.

Чтобы оценить прогресс вычислительных возможностей можно обратиться к следующим фактам.

Первая в мире ЭВМ – ЭНИАК, – построенная в США в 1946 г., весила 23 т и имела производительность в 300 флопс, т.е. 300 операций в секунду с числами с плавающей запятой, имеющими мантиссу 128 двоичных разрядов (35–40 десятичных). Обычные хорошие распространенные в настоящее время настольные ПК имеют производительность порядка 10 Гфлопс (гига – 10^9 – миллиард), т.е. они в 3 миллиона раз более производительнее своей «праматери» (при весе с десяток килограмм). Лучшие персональные суперкомпьютеры имеют производительность, измеряемую единицами Тфлопс (тера – 10^{12} – триллион). Самый мощный на сегодняшний день (ноябрь 2012 г.) суперкомпьютер Cray Titan (США) имеет производительность 17–27 Пфлопс (пета – 10^{16} – не имеет названия в русском языке).

Лучший (официально) российский суперкомпьютер – «Ломоносов», созданный в МГУ, занимает в мировом рейтинге 26 место (22 по состоянию на июнь 2012 г.) с производительностью 0.9–1.7 Пфлопса. Россия по данным на ноябрь 2012 г. занимает 9 место по количеству эксплуатируемых компьютерных систем (8 суперкомпьютеров в списке ТОП-500). Лидирует по этому показателю США – 250 систем. В США установлены 5 из 10 самых мощных систем (в Германии – две, в Японии, Китае и Италии по одной). В первой сотне ТОП-500 Россия отмечена всего два раза, а Китай, например, – пять. В Новосибирске самым мощным суперкомпьютером располагает ИВМиМГ СО РАН – 50–60 Тфлопс. В мировой рейтинг ТОП-500 он не попадает.

Считается, что с помощью вычислительных машин с производительностью, измеряемой в Эфлопсах (экса – 10^{18}), будет создаваться виртуальный мир, неотличимый от реального, т.е. модели объектов будут, практически, гомоморфны реальным объектам. Достигнуто это будет, вероятно, в 30-х годах текущего века. Правда, по-видимому, потребуются качественные скачки в математике, методах вычисления, моделирования, распознавания.

В России самым продвинутым в области АОМ, ГИС и использования супервычислений является коллектив в ЦЭМИ РАН, возглавляемый академиком В.Л. Макаровым. Мы налаживаем с ним сотрудничество.

Заключение

В задачи работы над проектом входит:

1. Разработка эскиза модельно-программного комплекса в обновленной концепции анализа и прогнозирования развития пространственных систем;
2. Освоение программных продуктов, реализующих геоинформационные и агентно-ориентированные подходы к моделированию;
3. Конструирование условного примера экономического пространства – демоверсии разрабатываемого модельно-программного комплекса.

Автор при написании настоящей статьи использовал материалы, подготовленные научными сотрудниками ИЭОПП СО РАН Л.В. Мельниковой, Н.М. Ибрагимовым, Ю.П. Вороновым, за что выражает им свою благодарность.

Статья надійшла до редакції 19.11.2014

УДК 65.01, 656.078

Е.А. НУРМИНСКИЙ

РАВНОВЕСНЫЙ АНАЛИЗ СЕВЕРНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ АЗИЯ-ЕВРОПА

***Анотація.** У роботі розглянута модель транспортної потокової рівноваги для основних залізничних маршрутів, що поєднують Північно-Східну Азію з Європою. Особлива увага приділена перспективам завантаження Транссибірської магістралі в конкурентній ситуації з іншими маршрутами.*

***Ключові слова:** модель, потік, рівновага, транспортна система, граф.*

***Аннотация.** В работе рассмотрена модель транспортного потокового равновесия для основных железнодорожных маршрутов, соединяющих Северо-Восточную Азию с Европой. Особое внимание уделено перспективам загрузки Транссибирской магистрали в конкурентной ситуации с другими маршрутами.*

***Ключевые слова:** модель, поток, равновесие, транспортная система, граф.*

***Abstract.** The transportation equilibrium model for major railways connecting North-East Asia and Europe is considered. The special attention is given to forecasts of transit flow on Transsiberian railway under competition with the other routes.*

***Keywords:** model, flow, equilibrium, transportation system, graph.*

Введение

Согласно Транспортной стратегии Российской Федерации (РФ) на период до 2030 года [1] одной из целей транспортной политики государства является интеграция в мировое транспортное пространство, реализация транзитного потенциала страны. В этой связи значительное внимание уделяется планам развития международных транспортных коридоров, среди которых выделяется широтные железнодорожные пути, позволяющие достаточно быстро доставлять грузы из Северо-Восточной Азии (СВА) в Европу по территории РФ. В настоящее время существует несколько основных маршрутов этого типа, относящихся к группе «северных» и использующих в различной степени элементы Транссибирской магистрали (ТСМ). В связи с этим Транспортная стратегия РФ предусматривает масштабные транспортные проекты, направленные на увеличение к 2030 году по сравнению с 2010 годом общего объема транзитных перевозок железнодорожным транспортом более чем в 2.3 раза. Еще более масштабный относительный рост планируется по ТСМ – более чем в 14 раз по общему объему и почти в 9 раз по контейнерным перевозкам. В результате доля российских железнодорожных перевозок по ТСМ должна составить к 2030 году около 2% всех перевозок СВА-Европа. Вместе с тем другими мировыми экономическими агентами реализуются планы так называемого «нового Великого Шелкового пути», что может оказать существенное влияние на эффективность вложений в транспортную инфраструктуру Сибири и Дальнего Востока. Одним из способов оценить эффекты конкурентной борьбы в международных перевозках является рассмотрение ситуации в рамках моделей экономического равновесия [2–3].

Для формулировки задачи экономического (транспортного) равновесия будет рассмотрена группа так называемых северных транспортных коридоров Азия-Европа проекта ТАР [4], использующие железнодорожные пути, представленные на рис. 1.



Рисунок 1 – Северные железнодорожные транспортные пути Азия-Европа проекта ТАР

В качестве пункта назначения для всех коридоров подразумевается Москва, что не имеет особого значения при общей длине маршрутов порядка 10 тыс км. Согласно классификации UN ESCAP эти коридоры представляются 8 маршрутами, основные характеристики которых приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Основные характеристики контейнерных перевозок северных транспортных коридоров Азия-Европа проекта ТАР

Коридор	Пункт отправления	Длина (км)	Поток тыс. TEU)
Route1	Находка Восточная	9337	28.3
Route2	Линьюнган (Lyanngang)	7643	2
Route3	Тяньцзинь (Tiantzin)	7394	1.3
Route4v1	Пусан (Busan)	9080	1
Route4v2	Пусан (Busan)	10472	2.1
Route4v3	Пусан (Busan)	9016	1
Route5v1	Раджин (Rajin)	9388	2.1
Route5v2	Раджин (Rajin)	8237	2.7

Надо отметить, что деление на маршруты довольно условно, многие из них имеют общие участки и, вообще говоря, на существующей транспортной сети можно выделить существенно больше вариантов доставки грузов из северо-восточной Азии в Европу. В качестве комментария к данной таблице можно заметить доминирование TCM (Route1), как и то, что общие объемы железнодорожных перевозок составляют весьма малую долю морских. Это объясняется большей стоимостью железнодорожных перевозок, что оставляет им относительно скромный объем срочных поставок.

Для упрощения задачи линейные участки транспортной сети сводились к одному ребру, в результате граф сети помимо терминальных узлов, приведенных в табл. 1 содержит транзитные узлы, приведенные в табл. 2.

Таблица 2 – Список транзитных населенных пунктов

№	Наименование	Широта	Долгота	Колея
1	2	3	4	5
9	Екатеринбург	56.858844	60.604122	1520
28	Улан-Удэ	51.833333	107.616667	1520
31	Карымское	51.615	114.35	1520
40	Уссурийск	43.8	131.95	1520
41	Владивосток	43.116667	131.9	1520
42	Угловая	43.298889	132.063611	1520
70	Шэньян (Shenyang)	41.795556	123.448056	1435

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5
77	Сеул (Seoul)	37.583333	127	1435
86	Чхонджин (Chongjin)	41.8	129.783333	1435
95	Чанчунь (Changchun)	43.883333	125.316667	1435

1. Математическая модель конкурентного потокового равновесия

В рамках этой модели транспортная система рассматривается как ориентированный или неориентированный граф $G=(V,E)$, где V – станции, E – перегоны. Каждый перегон $e \in E$ задается упорядоченной парой (v_1, v_2) где $v_1, v_2 \in V$ задают начальный и конечный пункты перегона. Пары (v_1, v_2) и (v_2, v_1) задают пути противоположной направленности при наличии двустороннего движения.

В множестве V выделены рынки производства $S \subset V$ и потребления $D \subset V$, которые транспортная система должна обслуживать. В простейшей постановке задаются фиксированные объемы перевозок d_w между каждой парой $w=(s,d)$, где $s \in S, d \in D$.

Перевозки осуществляются по маршрутам p , которые представляют собой последовательности станций $p=(v_0, v_1, \dots, v_k)$ с $v_0 \in S, v_k \in D$ или перегонов $p=(e_0, e_1, \dots, e_{k-1})$ где $e_i=(v_i, v_{i+1}) \in E, i=0, 1, \dots, k-1$; Количество станций или перегонов конечно меняется от маршрута к маршруту. Каждый перегон характеризуется своими техническими параметрами, которые определяют временные или иные затраты, связанные с транспортировкой единицы груза по этому перегону.

Учитывая то, что по сути дела единственным конкурентным преимуществом железнодорожных перевозок является фактор времени (см., например, подробное обсуждение в [4]) в данной работе именно временные затраты рассматриваются как основной показатель.

В то время как тарифные затраты зависят в основном лишь от длины перегона, временные в общем случае зависят от того насколько данный перегон загружен. Если обозначить нагрузку на перегон e через y_e то временные затраты можно в первом приближении описать функцией $\tau_e(y_e)$, а суммарные временные затраты на транспортировку единицы груза (удельные транспортные задержки) по маршруту p как сумму затрат по перегонам этого маршрута

$$t_p(y) = \sum_{e \in p} \tau_e(y_e),$$

где вектор $y=(y_e, e \in E)$ описывает загрузку всей сети.

Вектор загрузок y является результатом распределения заказов на перевозку между маршрутами, соединяющими рынки потребления и спроса, а именно

$$y_e = \sum_{p \in P^e} x_p,$$

где x_p – объем перевозок по маршруту p , P^e – множество маршрутов, содержащих ребро e . В терминах потоковых переменных $x_p, p \in P$ особенно легко записываются транспортные балансы:

$$\sum_{p \in P^w} x_p = q_w, \quad w \in W, \tag{1}$$

где $w=(s,d)$ – пара источник-сток, для которой задан объем перевозок q_w , P_w – множество маршрутов, соединяющих s и d . Вдобавок, от переменных x_p можно легко перейти к y_e , обратная операция, вообще говоря, неоднозначна. Недостатком формулировки модели в терминах потоковых переменных является их потенциально экспоненциальное количество, однако на практике это можно преодолевать с помощью различных вычислительных стратегий.

Принцип конкурентного распределения потоков заключается в том, что каждый маршрут рассматривается как независимый выбор экономических агентов, осуществляющих перевозки, причем единственным критерием выбора того или иного маршрута являются временные затраты на передвижение груза. Поскольку эти временные затраты зависят от степени и характера распределения загрузки возникает обратная связь между решениями, принимаемыми агентами и их затратами. Равновесным распределением потоков называется такое, при котором ни один агент не может уменьшить свое время доставки при условии, что остальные участники не изменяют своих решений.

Фактически в этих условиях будут использоваться лишь маршруты минимизирующие стоимость или время доставки: обозначим

$$t_w^*(x) = \min_{p \in P_w} t_p(x)$$

тогда для равновесного распределения x^* будет иметь место следующее свойство: если $x_p^* > 0$, $p \in P_w$ то $t_p(x^*) = t_w^*(x^*)$, что можно записать в виде условия комплементарности

$$x_p^* T_p(x^*) = 0, x_p^* \geq 0, T_p(x^*) \geq 0 \text{ для всех } p \in P, \quad (2)$$

где $T_p(x^*) = t_p(x^*) - t_w^*(x^*)$ при $p \in P_w$ и x^* удовлетворяет балансовым соотношениям (1).

Задачу (2) можно переформулировать в виде вариационного неравенства:

$$\sum_{p \in P} T_p(x^*)(x - x^*) \geq 0 \quad (3)$$

для всех x удовлетворяющим (1), что предоставляет некоторые преимущества для разработки численных методов.

2. Фактографическое обеспечение моделей

После приведения линейных участков графа к одному ребру результирующий граф выглядит как показано на рис. 2.

Для этой транспортной сети в качестве пунктов генерации транспортного потока было выбрано 5 терминальных узлов в США (Находка-Восточная (NV), Линьюнган (LuanYungang), Тяньцзинь (Tiantzin), Пусан (Busan) и Раджин (Rajin), после чего сформировано 27 теоретически возможных транспортных маршрутов, приведенных в табл. 3.

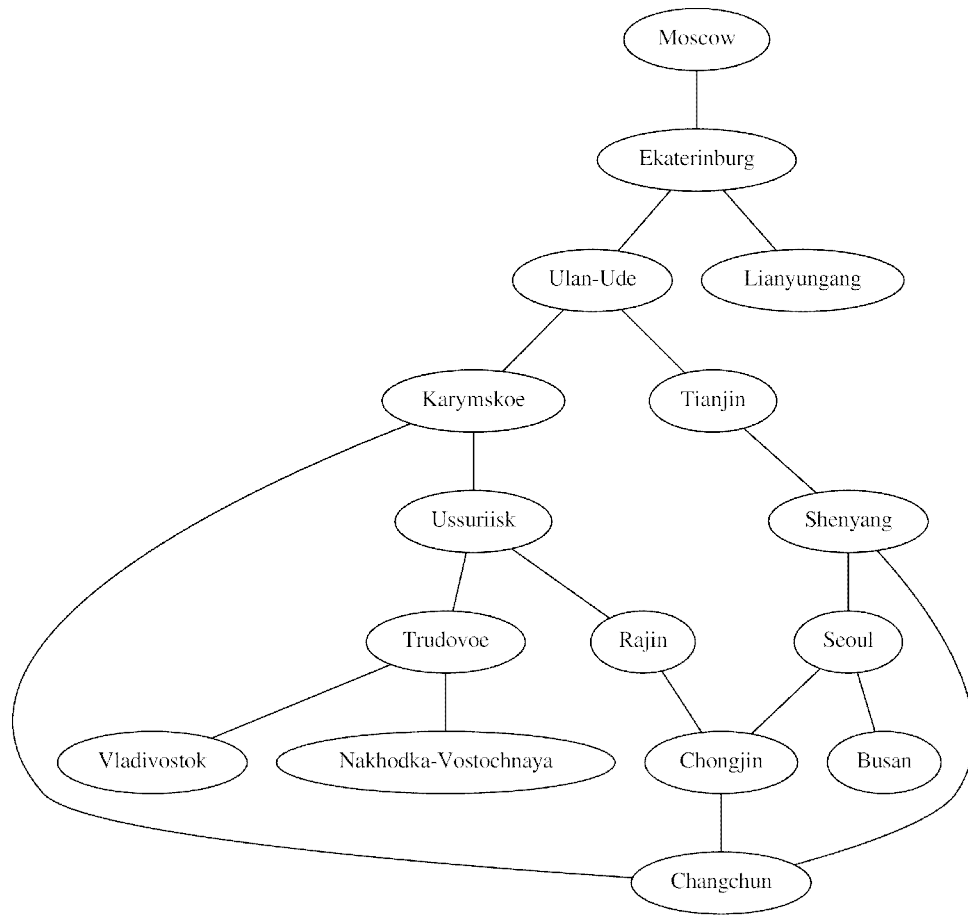


Рисунок 2 – Обобщенная модель северных коридоров

Таблица 3 – Список маршрутов

t_f – время свободного пробега (часов), t_r – фактическое время пробега (часов)

№	Длина	t_f	t_r	Маршрут
1	2	3	4	5
1	9485.47	94.46	137.93	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Ussuriisk Trudovoe NV
2	11527	117.16	184.77	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Ussuriisk Rajin Chongjin Seoul Shenyang Tiantzin
3	10578	108.04	166.55	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Ussuriisk Rajin Chongjin Seoul Busan
4	10973	110.24	170.92	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Ussuriisk Rajin Chongjin Changchun Shenyang Tiantzin
5	11756	114.02	178.5	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Ussuriisk Rajin Chongjin Changchun Shenyang Seoul Busan
6	9490	97.71	145.9	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Ussuriisk Rajin
7	8594	79.49	122.37	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Changchun Shenyang Tiantzin
8	9377	83.27	129.95	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Changchun Shenyang Seoul Busan

1	2	3	4	5
9	10370.47	100.57	163.07	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Changchun Shenyang Seoul Chongjin Rajin Ussuriisk Trudovoe NV
10	9749	91.17	145.73	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Changchun Shenyang Seoul Chongjin Rajin
11	10470	98.20	159.82	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Changchun Chongjin Seoul Shenyang Tiantzin
12	9521	89.09	141.6	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Changchun Chongjin Seoul Busan
13	9216.47	90.47	142.85	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Changchun Chongjin Rajin Ussuriisk Trudovoe NV
14	8595	81.05	125.52	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Changchun Chongjin Rajin
15	9719	85.43	136.77	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Tiantzin Shenyang Seoul Busan
16	10712.47	102.75	169.88	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Tiantzin Shenyang Seoul Chongjin Rajin Ussuriisk Trudovoe NV
17	10091	93.33	152.55	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Tiantzin Shenyang Seoul Chongjin Rajin
18	15419.47	141.43	234.37	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Tiantzin Shenyang Seoul Chongjin Changchun Karymskoe Ussuriisk Trudovoe NV
19	15424	144.68	242.33	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Tiantzin Shenyang Seoul Chongjin Changchun Karymskoe Ussuriisk Rajin
20	13543.47	122.72	196.92	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Tiantzin Shenyang Changchun Karymskoe Ussuriisk Trudovoe NV
21	14636	136.3	225.53	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Tiantzin Shenyang Changchun Karymskoe Ussuriisk Rajin Chongjin Seoul Busan
22	13548	125.97	204.88	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Tiantzin Shenyang Changchun Karymskoe Ussuriisk Rajin
23	10463	94.45	154.78	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Tiantzin Shenyang Changchun Chongjin Seoul Busan
24	10158.47	95.83	156.03	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Tiantzin Shenyang Changchun Chongjin Rajin Ussuriisk Trudovoe NV
25	9537	86.41	138.7	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Tiantzin Shenyang Changchun Chongjin Rajin
26	8054	73.88	113.68	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Tiantzin
27	8482	67.11	123.35	Moscow Ekaterinburg Lianyungang

Для построения функции задержки $t_e(y)$ ребра e использовалась ее линейная аппроксимация вида $t_e(y)=a_e+b_e y$, где константа a_e может быть интерпретирована как задержка при свободном движении, а b_e оценивалось по реальным временам проезда по участкам дорог с соответствующими оценками плотности движения. Числовые значения, использованные в модели, приведены в табл. 4

Таблица 4 – Параметры функций задержек
 t_f – время свободного перемещения по участку, t_r – фактическое время перемещения по участку

Участок	Длина	t_f	t_r
Moscow-Ekaterinburg	1814	18:08	25:25
Ekaterinburg-Ulan-Ude	3827	37:52	52:32
Ulan-Ude-Karymskoe	654	6:32	10:35
Karymskoe-Ussuriisk	2882	28:49	44:43
Ussuriisk-Trudovoe	78	0:47	1:16
Trudovoe-Vladivostok	34	0:20	0:41
Trudovoe-Nakhodka-Vostochnaya	230	2:18	3:25
Ekaterinburg-Lianyungang	6668	48:58	97:56
Ulan-Ude-Tianjin	2413	17:52	35:44
Tianjin-Shenyang	441	3:53	7:45
Shenyang-Seoul	866	6:27	12:54
Seoul-Busan	358	1:13	2:26
Ussuriisk-Rajin	313	6:20	12:39
Rajin-Chongjin	81	1:09	2:17
Seoul-Chongjin	649	7:58	15:56
Karymskoe-Changchun	1558	11:27	22:54
Shenyang-Changchun	300	1:36	3:11
Chongjin-Changchun	661	5:54	11:48

3. Результаты вычислений

Для вычисления равновесных транспортных потоков был применен проективный метод, который сводит поиск решения вариационного неравенства (3) к решению проективного уравнения

$$x^* = \Pi_X(x^* - \lambda T(x^*)), \quad (4)$$

где Π_X – оператор проекции на множество X , задаваемое балансовыми условиями (1), шаговый множитель $\lambda > 0$, а $T(\cdot)$ – вектор-функция с компонентами $T_p(\cdot), p \in P$.

Проективный метод представляет собой фактически метод простой итерации, примененный к проективному уравнению (4):

$$x^{k+1} = \Pi_X(x^k - \lambda_k T(x^k)), k=0, 1, \dots \quad (5)$$

и обеспечивает, при довольно необременительных предположениях, сходимость $x^k \rightarrow x^*$.

Применение этого метода к решению задачи поиска равновесных потоков для сети северных коридоров продемонстрировано на рис. 3.

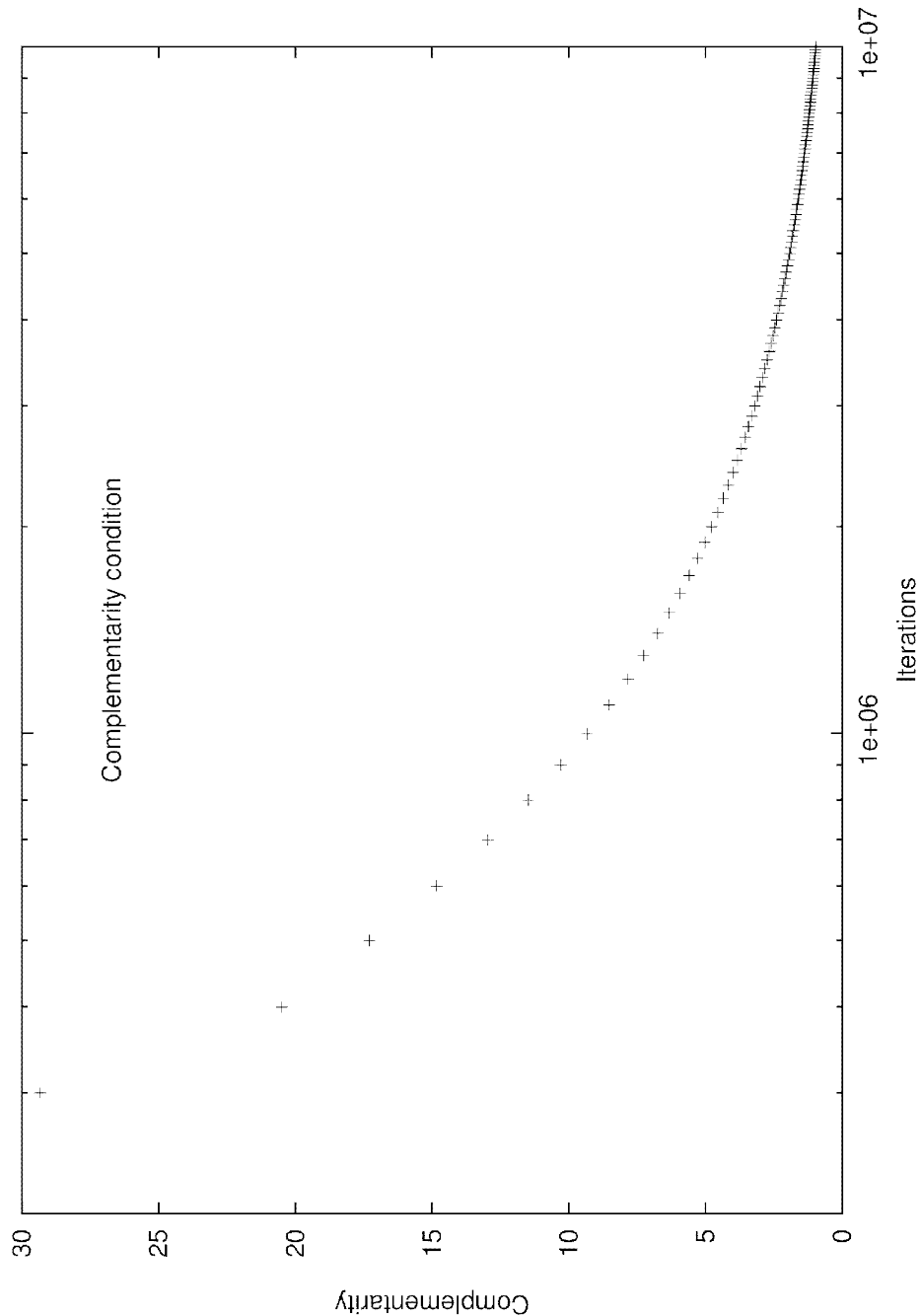


Рисунок 3 – Сходимость к равновесию проективного метода

На этом рисунке видно, что хотя алгоритм и сходится, скорость его сходимости довольно медленная и к тому же замедляющаяся при приближении к равновесию. Несомненно должны быть продолжены поиски более эффективных численных процедур.

Тем не менее, проективный метод обеспечил проведение масштабного вычислительного эксперимента, в котором исследовалось влияние перспективной модернизации ТСМ на распределение потоков между конкурирующими коридорами. В этом эксперименте увеличивалась средняя коммерческая скорость движения контейнерных поездов по одному из ключевых участков ТСМ (Карымское-Уссурийск) вплоть до достижения максимально технически возможной, которая принималась равной 100 км/час.

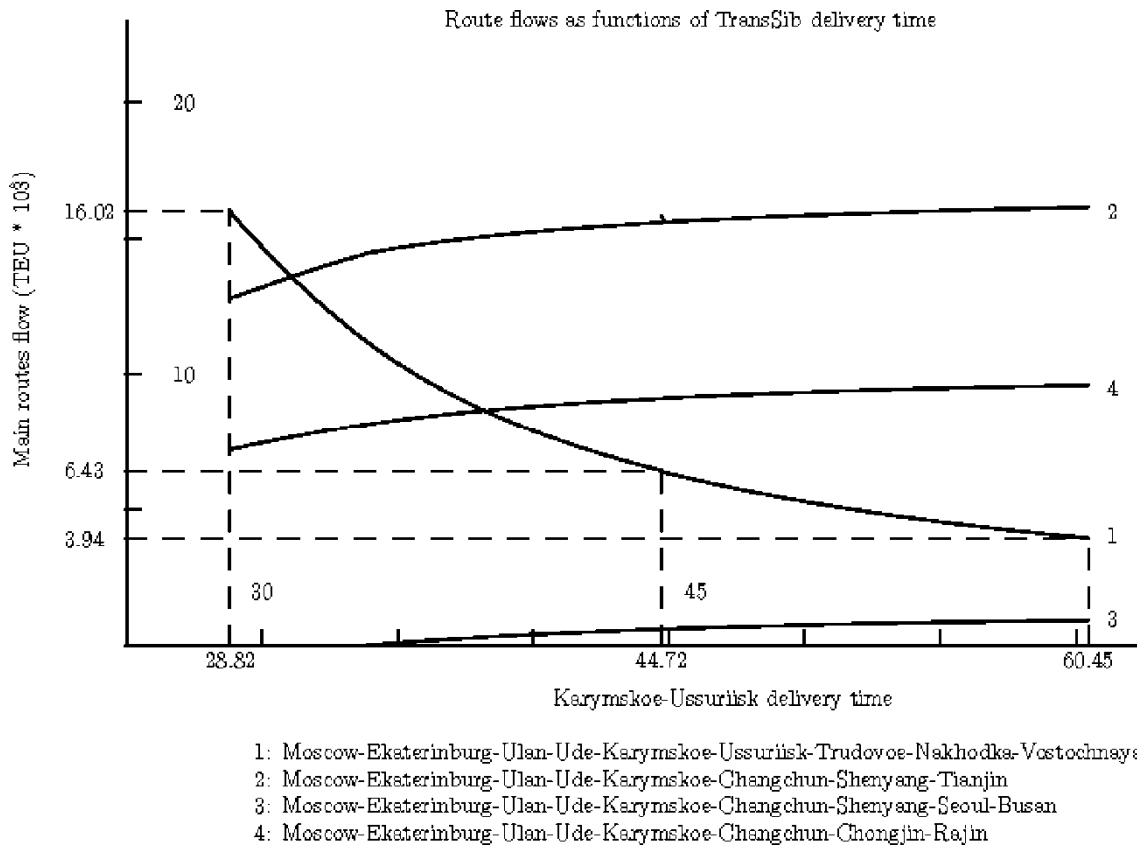


Рисунок 4 – Загрузка маршрутов

Результаты вычислений графически представлены на рис. 4. Следует сразу отметить, что во всем диапазоне вычислений ненулевые потоки были обнаружены только у 5 маршрутов, приведенных в табл. 5.

Таблица 5 – Реально используемые маршруты
 min – минимальный поток по маршруту, max – максимальный

Код марш.	Опорные пункты маршрутов	min	max
TAR-01	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Ussuriisk Trudovoe Nakhodka-Vostochnaya	3.9044	16.7680
TAR-07	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Changchun Shenyang Tianjin	13.3047	16.5618
TAR-14	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Karymskoe Changchun Chongjin Rajin	8.8280	9.4162
TAR-26	Moscow Ekaterinburg Ulan-Ude Tianjin	30.5305	35.0297
TAR-27	Moscow Ekaterinburg Lianyungang	33.6694	34.9415

Заключение

Проведен анализ распределения контейнерного грузопотока СВА-Европа с точки теории экономического равновесия. Вычислительный эксперимент показывает, что при максимально технически возможных параметрах контейнерных перевозок доля ТСМ может возрасти максимально до примерно 20% общего объема перевозок СВА-Европа. Дополнительное увеличение трафика может принести дополнительные транспортные коммуникации, среди которых, согласно [5], находятся следующие транспортные соединения: Хабаровск – Самарга; Комсомольск-на-Амуре – Находка; Владивосток – СовГавань; Февральск – Магадан – Петропавловск-Камчатский; Япония – Сахалин –

материк. Представляется интересным провести вычислительные эксперименты с различными политиками ввода в строй и этих линий, однако это требует дополнительных исследований.

Автор отмечает помощь А.П. Мартюшева (ДВФУ) в сборе данных по параметрам транспортной сети и проведении вычислительных экспериментов.

Работа проводится в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», Соглашение № 14.604.21.0052 от 30.06.2014 г. с Минобрнаукой. Уникальный идентификатор проекта RFMEFI60414X0052.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года, 496 с. [Электронный ресурс] // URL:<http://rosavtodor.ru/documents/transport-strategy-2030/> (дата обращения: 18.11.2014).
2. Fernandez-Larranaga, J.E. Equilibrium Predictions in Transportation Markets: The State of the Art, Universidad Catolica de Chile. Departamento Ingenieria de Transporte, 1980.
3. Fernandez J.E., De Cea J., Ricardo G. A strategic model of freight operations for rail transportation systems Transportation Planning and Technology, 2004, 27(4), 231 – 260.
4. Винокуров Е. Ю., Джадралиев М.А., Щербанин Ю.А. Международные транспортные коридоры ЕвразЭС: быстрее, дешевле, больше [Электронный ресурс] // Отраслевой обзор, – Алматы, Евразийский банк развития. 2009. 4. С. 1 – 60. URL: http://www.eabr.org/general/upload/docs/publication/analyticalreports/Full_report_5_2009.pdf (дата обращения: 15.11.2014).
5. Романов М.Т. Территориальная организация хозяйства слабоосвоенных регионов России Владивосток: Дальнаука, 2009. – 318 с.

Стаття надійшла до редакції 21.11.2014

УДК 330.4

Т.Б. ЛЕБЕДА

РІВЕНЬ НАУКОЄМНОСТІ ВВП ЯК ФАКТОР ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

Анотація. Досліджено місце і роль науки в Україні у контексті її впливу на макроекономічну динаміку та розвиток інноваційних процесів. Проведено міжкраїнні порівняння щодо розвитку наукової діяльності та рівня її економічної результативності. Здійснено економіко-математичну оцінку впливу рівня наукоємності ВВП на макродинаміку в Україні.

Ключові слова: економіка знань, інновації, економічний розвиток, економіко-математичні дослідження.

Аннотация. Исследованы место и роль науки в Украине в контексте ее влияния на макроэкономическую динамику и развитие инновационных процессов. Проведены межстрановые сравнения относительно развития научной деятельности и уровня ее экономической результативности. Осуществлена экономико-математическая оценка влияния уровня наукоёмкости ВВП на макродинамику в Украине.

Ключевые слова: экономика знаний, инновации, экономическое развитие, экономико-математические исследования.

Abstract. It was researched the place and role of science in Ukraine in context of its influence on macroeconomic dynamics and innovation processes development. It was made a comparison between countries of the world concerning science activity development and level of its economic performance. It was made economic-mathematical evaluation of influence of the GDP research intensity level on the GDP macrodynamics in Ukraine.

Keywords: knowledge economy, innovation, economic development, economic-mathematical research.

Вступ

У теперішній час, коли перед країнами світу стоїть проблема переходу від економіки індустріального типу з широким використанням природних ресурсів до якісно нової «знаннєвої» економіки, що передбачає накопичення і застосування нових знань в усіх сферах життєдіяльності суспільства, саме наука (фундаментальна і прикладна) є тією рушійною силою, що великою мірою визначає динаміку й характер майбутнього розвитку, економічний та людський потенціал. Загально визнаним серед вчених-економістів є той факт, що сьогодні «наука стала основною виробничою силою, а її вплив на соціальний прогрес і економічне зростання постійно збільшується, ... сприяє удосконаленню усіх виробничих сил, призводячи до зростання масштабів виробництва і споживання продукції (робіт, послуг), збільшення рівня життя і добробуту населення» [1]. Понад те, «безпрецедентне зростання впливу науки і нових технологій на соціально-економічний розвиток всіх країн докорінно змінило структуру світової економіки. Результатом стало значне структурне зрушення світового експорту на користь продукції високо- і середньотехнологічних галузей країн світу» [2]. Важливо зазначити, що світовий ринок наукоємної продукції зростає у 2–2,5 рази швидше порівняно з темпами росту світової економіки [3]. Тобто, розвиток науки є необхідним підґрунтям для інноваційного розвитку і підвищення конкурентоспроможності країни на сучасних ринках високих технологій.

Отже, оцінивши рівень розвитку науки, її місце і роль в суспільстві та економічну ефективність (результативність), можна з високою мірою вірогідності оцінити перспективи інноваційного, науково-технічного розвитку країни, її економічний та людський потенціал, очікуваний рівень конкурентоздатності. У цьому контексті важливо дослідити особливості

розвитку наукової діяльності в Україні та оцінити вплив рівня наукоємності ВВП на макроекономічну динаміку.

1. Наука як фактор макроекономічного розвитку: порівняння з країнами світу

Аналіз наукової діяльності в Україні порівняно з країнами світу [4, 5] свідчить про наступне. Витрати України на наукові дослідження і розробки (НДІР) як частка від ВВП (або рівень наукоємності ВВП), є суттєво нижчими, ніж у країнах з дуже високим рівнем людського розвитку, і середніми у групі країн з високим рівнем людського розвитку, до якої належить Україна (рис. 1). Проте, враховуючи низький рівень ВВП в Україні (рис. 2), обсяг витрат на наукові дослідження і розробки є також низьким.

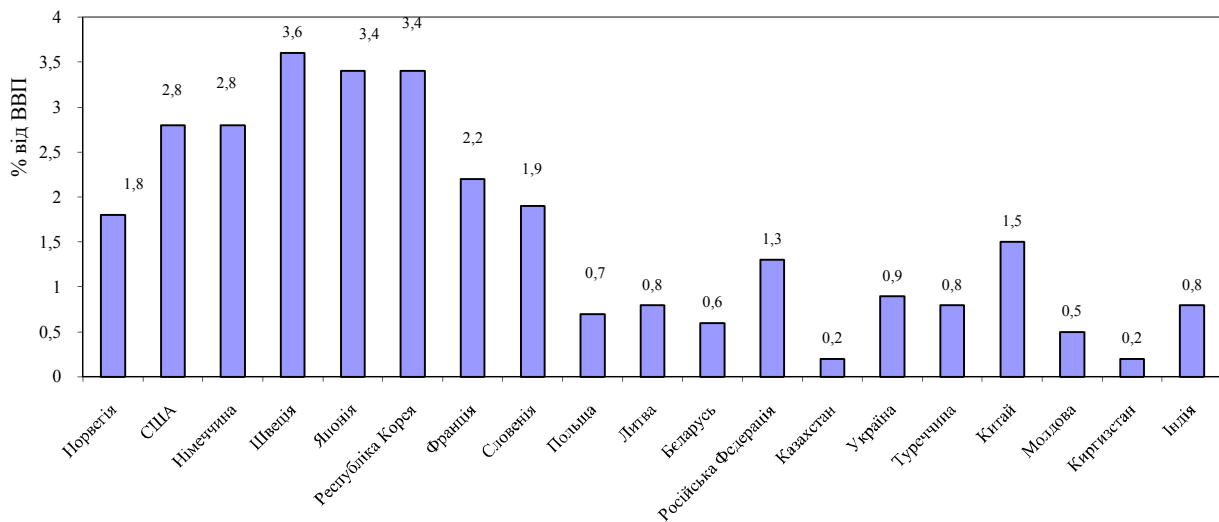


Рисунок 1 – Витрати на наукові дослідження і розробки, % від ВВП, середні на періоді 2005–2010 рр., % [4]. Країни розташовано відповідно до рейтингу за індексом людського розвитку

Довідка: на засіданні ЄС у березні 2000 р. в Лісабоні було прийнято 10-річну робочу стратегію економічного, соціального і екологічного відновлення («Лісабонська стратегія»), однією з основних цілей якої задекларовано перехід ЄС до наукомісткої економіки. Щодо наукових досліджень було поставлено задачу створення Європейського наукового простору і збільшення до 2010 р. асигнувань на здійснення науково-дослідних і конструкторських робіт до 3% ВВП (порівняно з 1,9% станом на 2000 р.) [6]. Звіт ООН про людський розвиток 2013 [4] у частині «Інновації і технології» свідчить, що лише декілька країн досягли задекларованого рівня асигнувань на наукові дослідження і розробки – це Швеція, Швейцарія, Японія, Республіка Корея, Данія, Ізраїль, Фінляндія (відповідно 3,6%; 3,90; 3,4; 3,4; 3,0; 4,3; 3,8% від ВВП). Для України цей показник склав 0,9% ВВП. В 2010 р. було затверджено нову стратегію розвитку ЄС «Європа-2020», де серед п'яти основних цільових орієнтирів встановлюється, що 3% ВВП ЄС має інвестуватися в науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи.

Важливо зазначити, що внутрішні витрати на наукові дослідження і розробки в ЄС постійно зростають: з 2002 р. по 2012 р. їх обсяг збільшився на 42,9%. Відмінності у витратах на НДІР між країнами часто пов'язують з рівнем витрат у підприємницькому секторі, який становив: 1,3% від ВВП у ЄС (2012 р.); 2,49% в Японії (2010 р.); 1,83% в США (2011 р.); при цьому частка витрат на НДІР у державному секторі і секторі вищої освіти для них є практично однаковою [7]. Структура загальних витрат країн ЄС на фінансування наукових досліджень і розробок у 2011 р. була такою: 54,9% за рахунок підприємницького

сектору, 33,4% – державного, 9,2% – за рахунок іноземних коштів. Найвищий рівень витрат державного сектору характерний для Німеччини, Чехії, Словенії, Фінляндії, Франції, Люксембургу. Для України співвідношення витрат на НДІР за секторами підприємницьким, вищої освіти і державним за 2013 р. становило 55:6:39 [7].

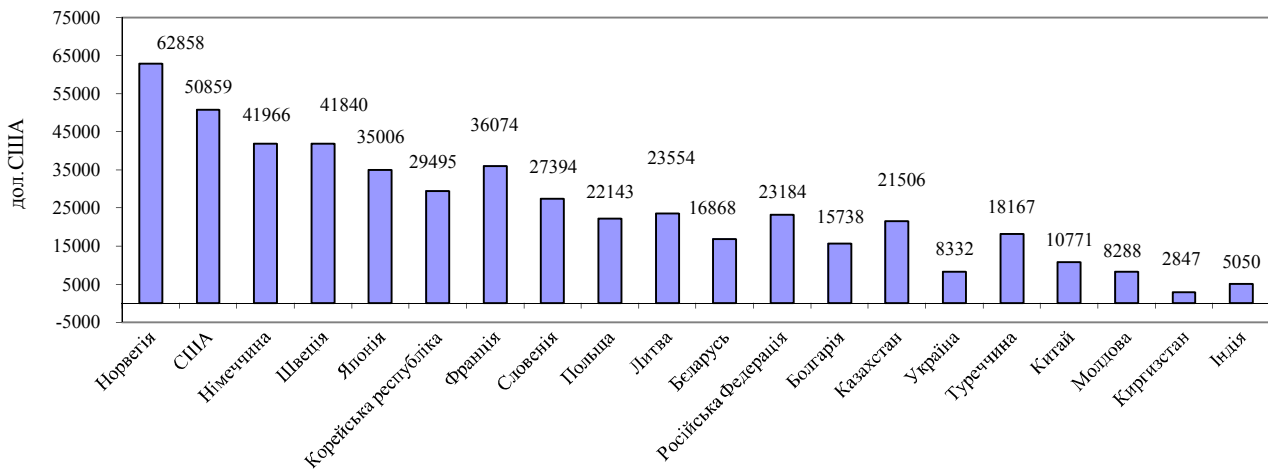


Рисунок 2 – Порівняння ВВП на душу населення за результатами 2013 р., ПКС в дол. США 2011 р. [5]. Країни розташовано у послідовності відповідно до індексу людського розвитку

Чисельність науковців в Україні у розрахунку на 1 млн. населення (1353 осіб) (рис. 3) є у 3–4 рази нижчою порівняно з високорозвиненими країнами (до 4–5,5 тис. осіб) і однією з найвищих серед країн своєї групи (поступається лише РФ (3091 осіб), Болгарії (1586), Тунісу (1862)). Тобто, на фоні інших країн в Україні простежується певний дисбаланс між середнім рівнем витрат на НДІР у ВВП і досить високим «залишковим» рівнем чисельності науковців, що, на наш погляд, пояснюється, з одного боку, порівняно низьким обсягом ВВП в Україні, з іншого – «недовикористанням» науковців у суспільному виробництві.

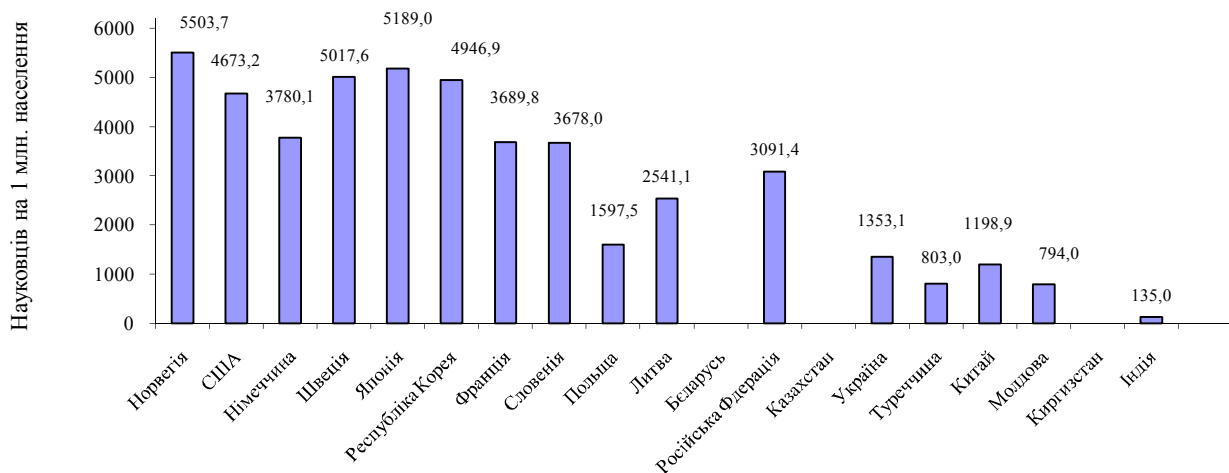


Рисунок 3 – Чисельність наукових співробітників, у розрахунку на 1 млн. населення, в середньому на періоді 2002–2010 рр., осіб [4]. Країни розташовано відповідно до рейтингу за індексом людського розвитку

Результати наведених вище порівнянь (рис. 1–3) свідчать, що в цілому країни з найвищим рівнем індексу людського (і економічного) розвитку відрізняються порівняно найвищими витратами на наукові дослідження і розробки, як частки від ВВП, і найбільшою чисельністю науковців у розрахунку на 1 млн. населення. З цього випливає, що політика країн світу, орієнтована на підтримання суспільством високого рівня наукоємності ВВП та

утримання високої кількості наукових працівників, обертається прямим економічним ефектом (у разі створення сприятливих умов для капіталізації і впровадження результатів розробок в економічну діяльність), що відображається показником рівня ВВП на душу населення. Означений зв'язок відтворюється, в першу чергу, через інноваційну діяльність. Так, міждержавні порівняння свідчать, що країни з високим рівнем витрат на науку (високим рівнем наукоємності ВВП) та високою чисельністю науковців мають і порівняно вищий рівень виданих патентів (рис. 4), що свідчить про тісний зв'язок науки з економікою через активізацію інноваційних процесів.

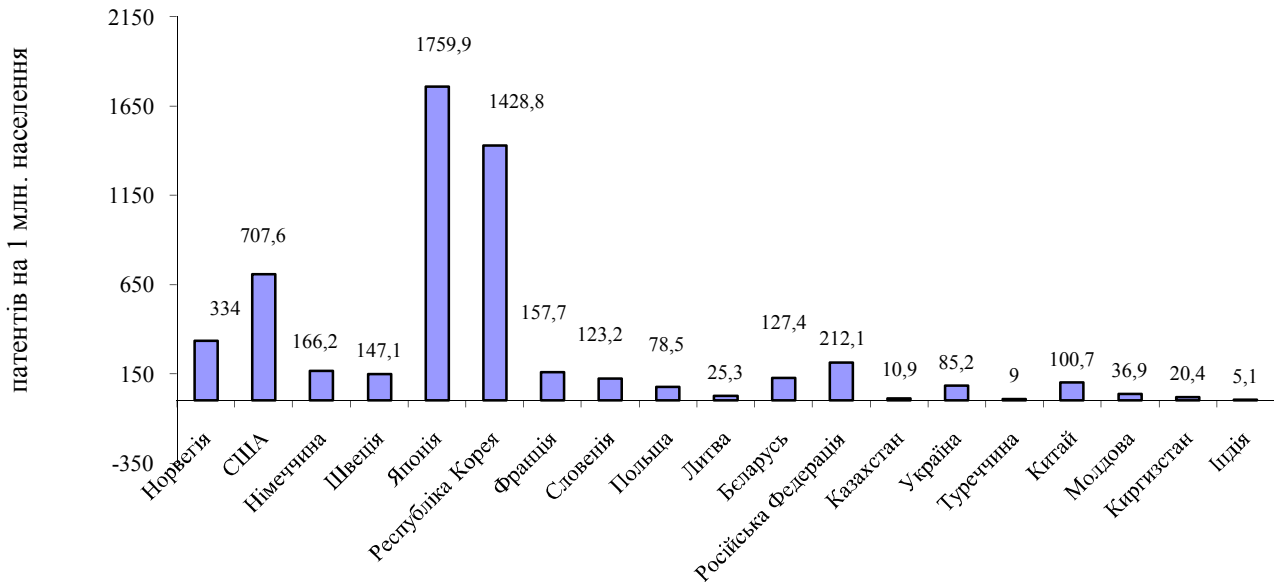


Рисунок 4 – Кількість патентів, виданих резидентам і нерезидентам, у розрахунку на 1 млн. населення, на періоді 2005–2010 рр., кількість [4]. Країни розташовано відповідно до рейтингу за індексом людського розвитку

2. Динаміка розвитку науки та інновацій в Україні

В Рекомендаціях Парламентських слухань від 25.03.2014 р. на тему «Про стан та законодавче забезпечення розвитку науки та науково-технічної сфери держави» констатується, що з «в Україні за роки незалежності наука втратила функції впливу на соціально-економічний розвиток держави, відбулося до критичного рівня падіння показників вітчизняного науково-технічного потенціалу, що стало загрозою національної безпеки» [3].

Попри високу значущість для забезпечення сталого економічного розвитку достатнього рівня витрат на фінансування наукових досліджень та підтримання належної чисельності науковців, в Україні, навпаки, відбувається постійне скорочення як чисельності наукових працівників (рис. 5), так і кількості організацій, які виконують наукові дослідження і розробки (рис. 6). Так, за 1990–2013 рр. чисельність науковців в Україні скоротилася з 313,1 до 77,8 тис. осіб, або більше ніж у 4 рази. Натомість кількість дослідників у країнах ЄС останніми роками збільшується: з 446,8 тис. осіб у 2002 р. до 1650 тис. осіб у 2012 р., тобто у 3,7 рази [7] (у той самий період кількість науковців в Україні зменшилася в 1,3 рази). І це при тому, що, чисельність науковців у розрахунку на 1 млн. населення в Україні і так є у рази нижчою порівняно з європейськими країнами (рис. 3).

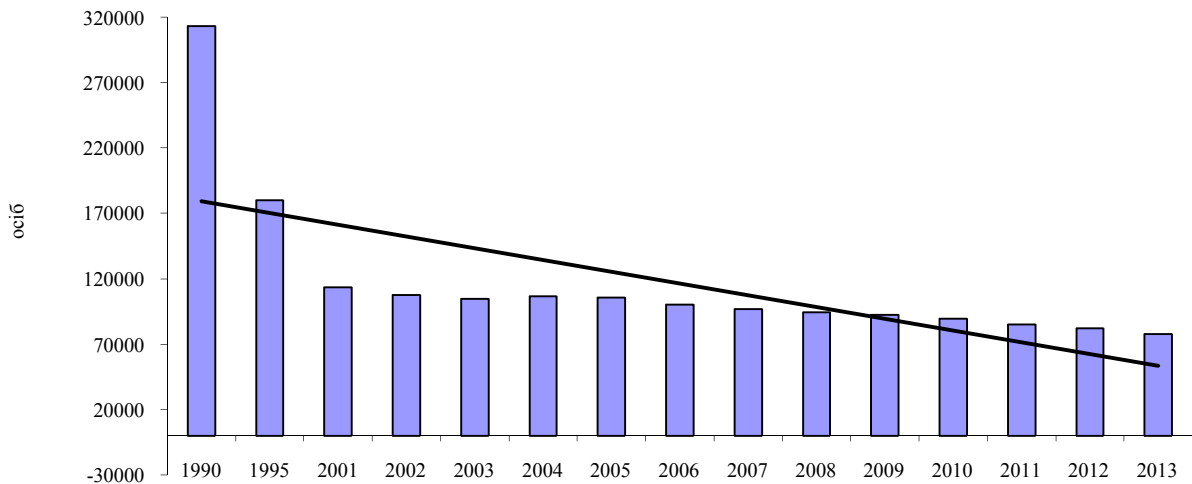


Рисунок 5 – Динаміка чисельності науковців в Україні [7], осіб

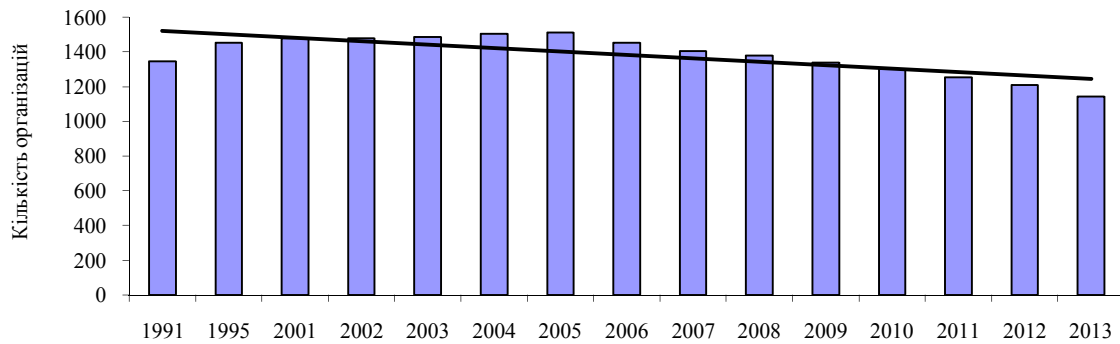


Рисунок 6 – Динаміка кількості організацій, які виконують наукові дослідження й розробки в Україні [8]

Скорочення чисельності науковців та кількості організацій, які виконують наукові дослідження та розробки обмежує науковий потенціал країни. Це призводить до скорочення рівня наукоємності ВВП України (рис. 7), що, у свою чергу, негативно позначається на її економічному розвитку.

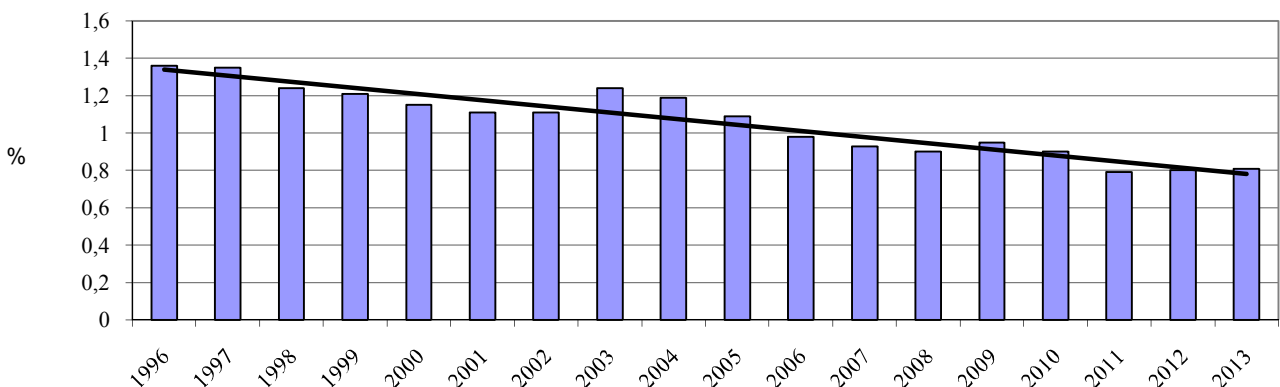
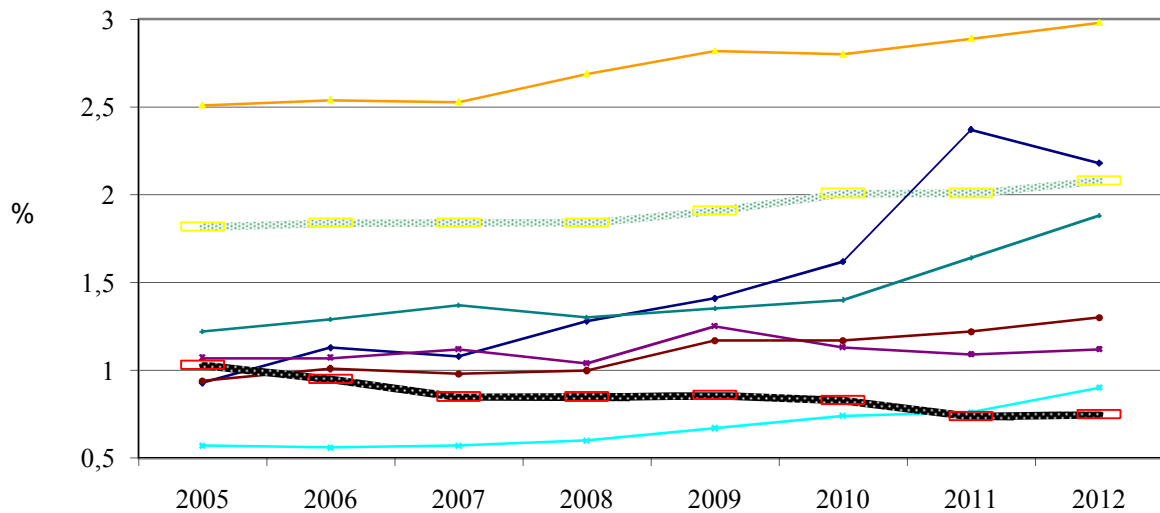


Рисунок 7 – Питома вага обсягу виконаних наукових та науково-технічних робіт у ВВП [8], %

Як видно з рис. 7, протягом 1996–2013 рр. в Україні спостерігається скорочення питомої ваги вартості виконаних наукових та науково-технічних робіт у ВВП – з 1,36% у

1996 р. до 0,81% у 2013 р., що свідчить про наявність сталої тенденції до суттєвого зниження наукоємності ВВП.

Натомість, питома вага витрат на виконання наукових та науково-технічних робіт у ВВП у країнах ЄС рік від року збільшується (рис. 8). Так, за даними Євростату [7] за 2005–2012 рр. рівень перерозподілу ВВП ЄС–27 на здійснення наукових та науково-технічних робіт збільшився з 1,82 до 2,08%, зокрема у: Болгарії з 0,46 до 0,64%, Естонії з 0,93 до 2,18%, Німеччині з 2,51 до 2,98%, Польщі з 0,57 до 0,90%, РФ з 1,07 до 1,12%, Словаччині з 0,51 до 0,82%, Угорщині з 0,94 до 1,30%, Чехії з 1,22 до 1,88%. Натомість в Україні за цей період спостерігається його зменшення з 1,03 до 0,75%.



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ЄС-27	1,82	1,84	1,84	1,84	1,91	2,01	2,01	2,08
Естонія	0,93	1,13	1,08	1,28	1,41	1,62	2,37	2,18
Німеччина	2,51	2,54	2,53	2,69	2,82	2,8	2,89	2,98
Польща	0,57	0,56	0,57	0,6	0,67	0,74	0,76	0,9
РФ	1,07	1,07	1,12	1,04	1,25	1,13	1,09	1,12
Угорщина	0,94	1,01	0,98	1	1,17	1,17	1,22	1,3
Чехія	1,22	1,29	1,37	1,3	1,35	1,4	1,64	1,88
Україна	1,03	0,95	0,85	0,85	0,86	0,83	0,74	0,75

Рисунок 8 – Динаміка питомої ваги обсягу виконаних наукових та науково-технічних робіт у ВВП: порівняння з країн Європи [7], %

Тенденція до постійного зменшення наукоємності ВВП України, протирічить загальноєвропейській тенденції. Це є дуже суттєвим фактором обмеження економічного розвитку України на інноваційних засадах. З рис. 9 видно, що починаючи з 2003 р. кількість освоєних у виробничому секторі України інноваційних видів продукції є стабільно низькою, а питома вага інноваційної продукції в обсязі реалізованої промислової продукції (рис. 10) демонструє сталу тенденцію до зменшення (досягаючи мінімальних рівнів у 1010–2013 рр.). Вона є аналогічною динаміці рівня питомої ваги обсягу виконаних наукових та науково-технічних робіт у ВВП (рис. 7).

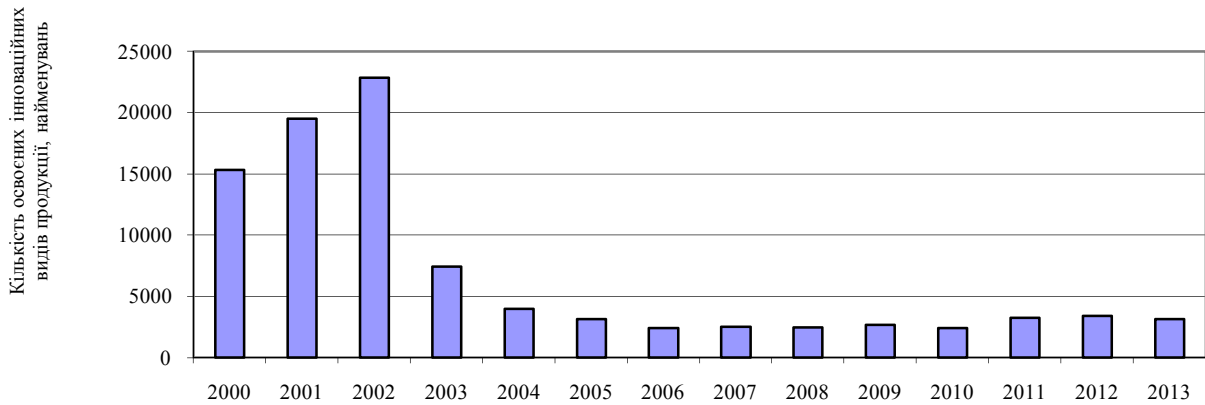


Рисунок 9 – Динаміка кількості освоєних нових видів продукції [8], найменувань

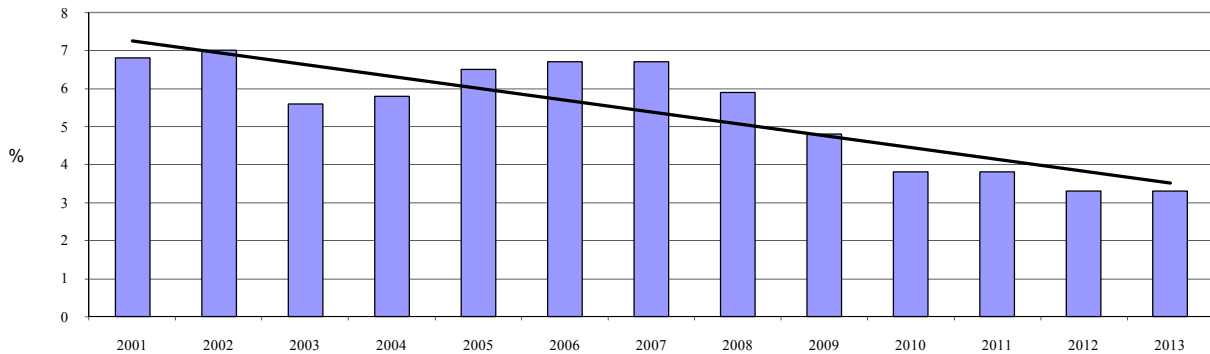


Рисунок 10 – Питома вага реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової продукції [8], %

З огляду на суттєвий вплив фактору рівня наукоємності ВВП на динаміку інноваційного та економічного розвитку країн світу та враховуючи суттєве «згорання» наукової діяльності в Україні, є доцільним дослідити ступінь впливу фактора наукоємності ВВП на макроекономічну динаміку в Україні.

3. Економіко-математична оцінка впливу рівня наукоємності ВВП на економічну динаміку в Україні

Наше дослідження зв'язку між динамікою темпів зростання реального ВВП і динамікою питомої ваги обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП в Україні показало, що реальний приріст ВВП у дослідженому періоді пропорційно обумовлений, крім іншого, динамікою рівня його наукоємності:

$$\begin{aligned} \text{GDP_05}/\text{GDP_05}(-1) &= 0.511029572453 + 0.323187803465 \cdot \text{I_05}/\text{I_05}(-1) + \\ &\quad (t=5,97) \qquad \qquad \qquad (t=11,35) \\ &+ 0.197124842203 \cdot (\text{NNTR}(-1)/\text{GDP}(-1))/(\text{NNTR}(-2)/\text{GDP}(-2)) \\ &\quad (t=2,32) \\ \text{R-squared} &= 0.93; \quad \text{Durbin-Watson stat.} = 1.72, \end{aligned}$$

де: GDP_05, GDP_05(-1) – ВВП за поточний і попередній роки, зіставні ціни 2005 р.;

GDP(-1), GDP(-2) – ВВП номінальний за два попередні роки, поточні ціни;

I_05, I_05(-1) – валове нагромадження основного капіталу за поточний і попередній роки, зіставні ціни 2005 р., %;

NNTR(-1), NNTR(-2) – обсяг виконаних наукових та науково-технічних робіт за два попередні роки, поточні ціни.

Наведене вище рівняння відображає позитивний і суттєвий вплив питомої ваги обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП (або рівня наукоємності ВВП) на динаміку реального ВВП. Статистичні характеристики цього рівняння свідчать про його достовірність. (Статистичні характеристики рівняння можуть бути покращені шляхом врахування інших факторів впливу).

З огляду на зазначене, суттєвим ризиком економічного розвитку України є динаміка постійного зниження рівня наукоємності ВВП (частки наукових та науково-технічних робіт у ВВП), та поступова втрата наукового потенціалу країни через багаторічне скорочення чисельності науковців та кількості організацій, які виконують наукові дослідження і розробки.

Забезпечення належного рівня обсягу наукових та науково-технічних робіт є важливим напрямом економічної політики держави. Натомість сьогодні спостерігається обмеження обсягів державного фінансування науки, погіршується її матеріально-технічна база, знижується економічна затребуваність. В умовах не інноваційної (слабо інноваційної) економіки відбувається падіння престижу та результативності наукової праці. Зворотнім боком цього процесу є згортання інноваційної складової економічного розвитку, що відображається у скороченні впровадження нових технологій і інноваційних видів продукції. Комітетом Верховної Ради України з питань науки і освіти констатується, що проблеми у сфері науки сьогодні мають системний характер і обумовлені загальними принципами організації соціально-економічної діяльності в Україні. Зокрема, в державні не визначені стратегічні цілі і завдання розвитку, не запроваджено довгострокове та середньострокове планування; різного роду урядові програми лише формально декларують інвестиційну спрямованість і ніяким чином не впливають на формування попиту на наукові та науково-технічні розробки; втратили своє значення законодавчо закріплені пріоритетні напрями розвитку науки і техніки та пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні тощо [3]. Тобто, в першу чергу слід розробити чіткі законодавчі та нормативно-правові основи для розвитку науки та науково-технічної діяльності у контексті забезпечення соціально-економічного розвитку України на інноваційних засадах.

Висновки

1. Міждержавні порівняння свідчать, що високорозвинені країни з найбільш високим рівнем ВВП на душу населення спрямовують на наукові дослідження і розробки порівняно найвищу частку виробленого ВВП, а також утримують найбільшу кількість науковців у розрахунку на 1 млн. населення, що дозволяє їм підтримувати високу інноваційну активність і, відповідно, забезпечувати високі темпи економічного зростання.

2. Суттєвим ризиком економічного розвитку України на інноваційних засадах є державна політика щодо наукових досліджень – в Україні відбувається втрата наукового потенціалу через багаторічне скорочення чисельності науковців та кількості організацій, які виконують наукові дослідження і розробки. Протягом багатьох років спостерігається негативна тенденція зменшення рівня наукоємності ВВП, що, обмежуючи розвиток інноваційних процесів, негативно впливає на макроекономічну динаміку.

3. Результати економетричних досліджень свідчать про позитивний і суттєвий вплив рівня наукоємності ВВП на загальну економічну динаміку, а отже, політика держави, спрямована на підвищення питомої ваги обсягу наукових і науково-технічних робіт у ВВП, є важливим фактором забезпечення економічного зростання в Україні.

4. Основними напрямками підвищення макроекономічної ефективності науки бачаться такі, як: створення законодавчих основ щодо збереження науково-технологічного потенціалу країни та підвищення ефективності його використання; створення сучасної інфраструктури науки та системи інформаційного забезпечення наукової діяльності; посилення інтеграції

науки, освіти й виробництва; підвищення престижності наукової та науково-технічної діяльності, залучення молодих наукових кадрів, у тому числі шляхом підтримання достойної оплати праці; державна підтримка пріоритетних напрямів фундаментальних та прикладних наукових досліджень, у тому числі шляхом розробки державних наукових та науково-технічних програм; розвиток ринку наукової та науково-технічної продукції з метою імплементації наукових розробок в усі сфери реального життя; посилення нормативно-правового захисту інтелектуальної власності і т.ін.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тодосийчук А.В. Наука как фактор социального прогресса и экономического роста. – М.: НИИ экономики науки и образования, 2005. – 428 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.bim-bad.ru/docs/todos_science.pdf.
2. Україна у вимірі економіки знань. За ред. акад. НАН України В.М.Гейця. – К.: «Основа», 2006. – 592 с.
3. Постанова Верховної Ради України «Рекомендації Парламентських слухань на тему: «Про стан та законодавче забезпечення розвитку науки та науково-технічної сфери держави»» від 25 березня 2014 р. № 1159-VII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nas.gov.ua/tradeunion/news/Documents/%D0%92%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%83%D0%BF%20%D0%A8%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%2018.04.2013%20%282%29.pdf>.
4. Human development report 2013 [Електронний ресурс] / Сайт ООН. – Режим доступу: <http://hdr.undp.org/en/2013-report>.
5. Human development report 2014 [Електронний ресурс] / Сайт ООН. – Режим доступу: <http://hdr.undp.org/en/2014-report/download>.
6. Інформація для всіх [Електронний ресурс] / Сайт Російського комітету програми Юнеско. – Режим доступу: http://ifapcom.ru/files/Monitoring/pk_russian_foreword.pdf.
7. Наукова та інноваційна діяльність в Україні. Статистичний збірник / Державна служба статистики України, 2013. – 314 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
8. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

Стаття надійшла до редакції 09.10.2014

ОЦІНКА РИЗИКУ ЯК ОСНОВА СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД

Анотація. Розглянуто сучасні наукові концепції техногенної безпеки, загальний підхід до оцінки ризику на гідротехнічних спорудах.

Зазначено, що основою наукових досліджень техногенної безпеки гідроспоруд є поняття ризику, пов'язаного з даною технологією, і прийняттого рівня ризику, зумовленого економічними та соціальними чинниками. Від визначення прийняттого рівня безпеки значною мірою залежать темпи та масштаби політичних, економічних і соціальних перетворень, безпека людини, суспільства, держави та довкілля.

Для оцінки ризику руйнування гідроспоруд пропонується метод, що використовує класифікацію категорій та ступенів реалізації і наслідків загрози руйнування гідроспоруд.

Ключові слова: гідротехнічна споруда, ризик, техногенна безпека, прийнятний ризик.

Аннотация. Рассмотрены современные научные концепции техногенной безопасности, общий подход к оценке риска на гидротехнических сооружениях.

Отмечено, что основой научных исследований техногенной безопасности гидросооружений является понятие риска, связанного с данной технологией, и приемлемого уровня риска, обусловленного экономическими и социальными факторами. От определения приемлемого уровня безопасности в значительной степени зависят темпы и масштабы политических, экономических и социальных преобразований, безопасность человека, общества, государства и окружающей среды.

Для оценки риска разрушения гидросооружений предлагается метод, использующий классификацию категорий и степеней реализации и последствий угрозы разрушения гидросооружений.

Ключевые слова: гидротехническое сооружение, риск, техногенная безопасность, приемлемый риск.

Abstract. The modern scientific concept of technogenic safety, the General approach to risk assessment on the waterworks.

Noted that the basis of scientific research technological safety of hydraulic structures is the concept of risk associated with this technology, and an acceptable level of risk presented by economic and social factors. From determining an acceptable level of security largely depend on the pace and scope of political, economic and social change, security of the person, society, state and environment.

To assess the risk of destruction of hydraulic structures, a method that uses the definition of categories and degrees of implementation and consequences of threat of destruction of hydraulic structures.

Keywords: hydraulic structure, risk, technological security, acceptable risk.

Вступ

Аварії на гідротехнічних спорудах (далі – ГТС) представляють істотну загрозу для населення, господарських об'єктів та довкілля. Найбільш небезпечні серед них аварії, катастрофи та окремі надзвичайні ситуації, що призводять до часткового або повного руйнування ГТС з подальшим розвитком і поширенням хвилі прориву. Такі загрози

найчастіше призводять до значних руйнувань або порушень режимів експлуатації споруд та об'єктів інфраструктури, забруднення довкілля та загибелі людей.

Основним чинником гідродинамічної загрози в Україні є незадовільний стан більшості об'єктів ГТС – гребель, дамб, шлюзів, тобто інженерних споруд, призначених для накопичення і концентрування значних об'ємів води. Так, у складі комплексу водозахисних споруд України налічується 3,5 тис. км дамб, 1,2 тис. км берегоукріплення, понад 600 насосних і компресорних станцій для перекачування надмірних кількостей води, з них на Дніпрі – 308 км дамб, 325 км берегоукріплювальних споруд, а також 31 насосна і 3 компресорні станції. Через нестачу коштів багато з них втрачає надійність і загрожує виникненню надзвичайних ситуацій, аварій та катастроф. Найбільшу гідродинамічну загрозу для населення і навколишнього середовища створили каскад Дніпровських (Київське, Канівське, Кременчуцьке, Дніпродзержинське, Каховське) та Дністровське водосховище. Основними причинами, які можуть викликати аварії на них є:

- стихійні лиха (землетруси, урагани, гірські обвали, повені, зливи, селі тощо);
- недостатній обсяг науково-дослідних робіт і помилкові оцінки інженерно-геологічних, гідрологічних, сейсмічних, кліматичних умов будівництва;
- помилки при проектуванні;
- неякісне виконання робіт (особливо при будівництві порівняно невеликих споруд, коли не забезпечений належний геотехнічний контроль з участю інженерів-гідротехніків);
- неправильна експлуатація споруди (у тому числі зумовлена недостатньою укомплектованістю штатами і технікою, низькою кваліфікацією персоналу, недоліками фінансування, недостатньою забезпеченістю експлуатаційно-методичною документацією тощо);
- відсутність або недостатній обсяг заходів щодо забезпечення готовності об'єкта до локалізації та ліквідації аварійної ситуації; відсутність своєчасних ремонтних робіт;
- техногенні катастрофи;
- військові дії, диверсії і терористичні акти.

У даній роботі автори розглядають теорію ризику об'єктів ГТС на основі аналізу сукупності факторів, що впливають на надійність і безпеку експлуатації гідроспоруд, включаючи можливий збиток при аварії на об'єктах ГТС.

1. Сучасні наукові концепції техногенної безпеки

Розвиток науки і техніки призвів до появи нових загроз особі, суспільству, державі та довкіллю.

Раніше панівною парадигмою техногенної безпеки була «концепція абсолютної безпеки». Її основна ідея полягала у детермінації аварій, що вважалися реальними (незважаючи на створення системи безпеки), і які можна було повністю контролювати, а в разі їх реалізації локалізувати та пом'якшити наслідки. Створення системи захисту від цих аварій автоматично гарантує повну безпеку. Мета такої системи безпеки – забезпечення абсолютної безпеки, «нульового» ризику. Однак на практиці вона завдала значного збитку народному господарству, здоров'ю людей, навколишньому середовищу не тільки України. Крупні аварії на АЕС (Чорнобиль, Фукусіма), а також багато природних стихійних лих довели помилковість даної концепції [1–4].

Частково зазначені проблеми зняла концепція «прийняттого ризику», заснована на ймовірнісному аналізі. Вона стала альтернативою «концепції абсолютної безпеки» (абсолютного ризику) як такої, що не виправдала себе. За основу даного підходу було взято емпіричний факт – ніяка діяльність не може бути повністю безпечною, тобто досягти абсолютної безпеки неможливо.

Точкою відліку для аналізу техногенної безпеки є поняття ризику, пов'язаного з даною технологією, і прийняттого рівня ризику, зумовленого економічними та соціальними чинниками [5].

Тому прийнятний рівень безпеки – це захист від тих загроз, дестабілізуючий чи руйнівний ефект яких найбільшою мірою небезпечний для стійкості елементів і зв'язків системи [6].

Знаючи ймовірність реалізації загроз й очікувану величину втрат, можна уникнути важких катастроф, послабити їхню силу, передбачити ефективні компенсаційні механізми [7].

Другою важливою категорією сучасної концепції техногенної безпеки є «ризик». Де під поняттям ризик розуміють кількісну міру безпеки, прогнозовану векторну величину збитку, що може виникнути внаслідок ухвалення рішень в умовах невизначеності та реалізації загрози [6].

Концепція ненульового ризику визнає факт недосяжності абсолютної безпеки.

Прийнятний ризик – це рівень індивідуального ризику, виправданий з економічної, соціальної й екологічної точки зору, а також є прийнятним для управлінських адміністративних органів [8].

Отже, прийнятний ризик – це ризик, рівень якого є допустимим і обґрунтованим, виходячи із соціально-економічних міркувань. Прийнятний техногенний ризик встановлюють для кожного виду технічних об'єктів, споруд, транспортних систем [9].

Величина прийнятного ризику залежить від політичних, економічних, соціальних чинників. Вона є деяким компромісом між реальним ризиком і можливостями його досягнення, а також між рівнем безпеки та можливостями його досягнення. При цьому враховується обмеженість економічних можливостей мінімізації ризику: наприклад, при зростанні витрат техногенний ризик R_t знижується, але зростає соціально-економічний R_{se} . Сумарний ризик R_E досягає мінімуму при відповідному співвідношенні між інвестиціями в технічну й соціальну сфери (рис. 1). Ця обставина є визначальною при виборі величини ризику, з якою суспільство змушене миритися [6].

Економічний механізм зниження ризиків включає:

- пряме економічне регулювання (на основі цільових витрат державного бюджету на реалізацію заходів щодо забезпечення прийнятного рівня ризиків);
- побічне економічне регулювання (на основі вдосконалення податкового й кредитного механізмів, особливо системи пільгових тарифів і ставок; розвитку системи страхування, що забезпечує обов'язкове державне страхування відповідальності господарських об'єктів – джерел загроз, а також населення територій, найуразливіших до впливу небезпечних природних і природно-техногенних явищ і процесів).

Ризик експлуатації об'єкту є прийнятним, якщо заради вигоди, одержаної від його експлуатації, суспільство готове піти на цей ризик [10].

Нормування ризику (встановлення його прийнятного рівня) проводять у різних формах. Так, граничні рівні встановлюють: для ризику аварій у вигляді гранично допустимої ймовірності аварій за рік або на деякий показник напрацювання. Наприклад, ймовірність тяжких запроектованих аварій не повинна перевищувати 10^{-7} за рік; ймовірність впливу на людей небезпечних факторів відповідно вибуху та пожежі не повинна перевищувати 10^{-6} 1/(чол. × рік) [11, 12];

Залежно від способу визначення показника ризику для об'єкту розглядають два види критеріїв прийнятного ризику аварій [13]:

- якісні критерії, що засновані на словесних оцінках та відображають конкретні вимоги безпеки (наприклад, у вигляді: «Вражаючі фактори аварій при руйнуванні будь-якої одиничної ємності на об'єкті не повинні виходити за межі санітарно-захисної зони»);
- кількісні критерії (наприклад, у вигляді: «Індивідуальний ризик загибелі населення від аварії на об'єкті не повинен перевищувати величини 10^{-7} чол./рік»).

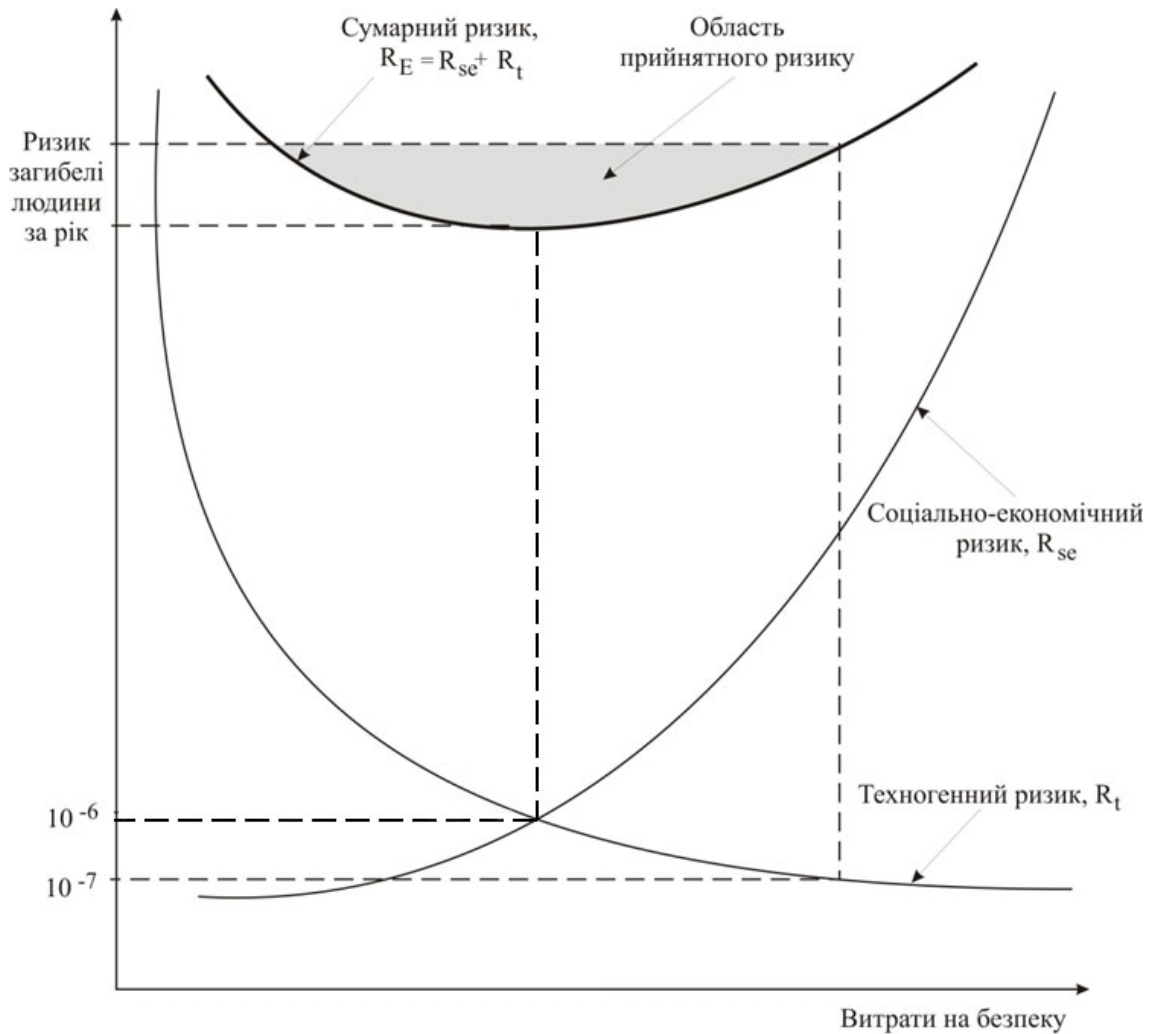


Рисунок 1 – Визначення величини прийнятного ризику [6]

Рівні прийнятного ризику встановлюють з урахуванням фактичного рівня аварійності (досягнутого рівня безпеки) і можливих наслідків аварії – чим значніші наслідки, тим жорсткіші рівні. Неприйняття ризиків аварій з важкими наслідками, можливих на небезпечних об'єктах, призводить до встановлення для них більш жорстких заходів щодо забезпечення безпеки. Завдяки цьому на таких об'єктах забезпечуються більш низькі рівні ризиків [14].

2. Показники й оцінка ризику руйнування гідротехнічних споруд

Попри всі технічні зусилля та значні економічні витрати щодо попередження руйнування гідротехнічних споруд (ГТС), аварії на них продовжують відбуватися.

Ризик руйнування ГТС можна розглядати як кількісну міру безпеки. Це багатокомпонентний вектор, де в залежності від поставленої задачі акцентується увага на певній компоненті, або на кількох з них [15, 16].

Наведемо основні показники даного вектора для випадку загрози руйнування гідроспоруд [1]:

- збиток w внаслідок руйнування гідротехнічної споруди (зруйновані будівлі та споруди, затоплені території, економічні збитки, загиблі та постраждали тощо). Ймовірність (частота) руйнування гідротехнічної споруди з даним збитком (наслідком) $Q(w)$.

- середньоочікуваний збиток (ризик), визначається як:

$$\bar{R} = \sum_i Q_i w_i, \quad (1)$$

для дискретних випадків:

$$\bar{R} = \int P(w) w dw, \quad (2)$$

- за умови, що $Q(w)$ – неперервна функція, де $P(w)$ – щільність ймовірності.
- витрати B_1 на зменшення ймовірності руйнування гідротехнічної споруди,
 - витрати B_2 на зменшення наслідків руйнування гідротехнічної споруди,
 - витрати B_3 на компенсацію збитку (наслідків),
 - усі витрати $B = B_1 + B_2 + B_3$ на управління ризиком.

Нині відсутня уніфікована математична модель для оцінки техногенного ризику. Тому на практиці часто доводиться використовувати методи, засновані на експертних оцінках ризику. Так, для оцінки ризику руйнування ГТС можна застосувати метод, що використовує визначення категорій та ступенів реалізації і наслідків [17]. Тобто ймовірності реалізації загрози руйнування ГТС Q та її наслідків (збитків, пов'язаних з цим руйнуванням) w , а потім присвоєнні кожній такій категорії певного рейтингу (табл. 1, 2). В результаті можна побудувати матрицю якісно-кількісних характеристик оцінки ризику руйнування ГТС R (табл. 3), елементи якої є добутком значень компонент (рейтингу), що визначають величину ризику, для кожного розглянутого об'єкту ГТС.

За таких умов величину ризику R як добуток Qw (кількісна оцінка ймовірності руйнування ГТС помножена на оцінку збитку) можна умовно розділити на п'ять рейтингів (табл. 4), а також виділити області безумовно допустимих, прийнятних та надмірних ризиків. У табл. 3 області безумовно допустимих, обмежено допустимих та недопустимих ризиків виділені відповідно світлим, сірим та темним фоном.

В залежності від величини ризику можна здійснити ранжування рівнів безпеки ГТС, що дає змогу реалізовувати відповідні заходи захисту та розподіл коштів на їх виконання.

Таблиця 1 – Якісні показники ризику, пов'язані з гідротехнічними спорудами [17]

Рівень наслідків (рейтинг), бали	Ступінь наслідків (категорії)	Характеристика наслідків	Відповідна кількісна оцінка збитку w , у.о./аварія
1	2	3	4
1	Незначні	Відсутність травм, незначні ушкодження, викиди	< 103
2	Малі	Малі ушкодження, незначні травми, швидка ліквідація наслідків власними силами	103 – 104
3	Помірні	Ушкодження середньої важкості, несуттєві порушення функцій об'єкту, травми з тимчасовою втратою працездатності, наявність аварійних скидів, викидів	104 – 105
4	Значні	Несчасні випадки з тривалою втратою працездатності, невеликі руйнування, суттєві порушення функцій об'єкту, значні аварійні скиди, викиди	105 – 106

1	2	3	4
5	Катастрофічні	Смертельні випадки, значні руйнування, повне порушення функцій об'єкту, ліквідація наслідків вимагає значних ресурсів	> 106

Таблиця 2 – Характеристика ймовірності реалізації ризиків [17]

Рівень реалізації (рейтинг)	Ступінь реалізації (категорії)	Опис реалізації	Відповідна кількісна оцінка ймовірності події Q , 1/рік
1	Неймовірно	Подія може відбутися лише за виключних обставин. Можна вважати, що вона не відбудеться протягом усього часу існування системи	< 10 ⁻³
2	Малоймовірно	Подія може відбутися, але досить рідко, тобто навряд чи відбудеться протягом часу існування системи, але нею не можна знехтувати	0,001 – 0, 01
3	Ймовірно	Може відбутися у деяких випадках (відбувається у середньому один раз протягом часу існування системи)	0,01 – 0,1
4	Досить ймовірно	Ймовірно буде відбуватися у більшості випадків (відбувається декілька разів протягом часу існування системи)	0,1 – 0,5
5	Майже напевно	Очікується, що подія буде відбуватися за будь-яких обставин. Для системи відбувається досить часто протягом часу існування системи	> 0,5

Таблиця 3 – Матриця якісно-кількісних характеристик ризику [17]

Реалізація, бали	Наслідки, бали				
	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25

Таблиця 4 – Характеристика ризику [17]

Категорія	R	Необхідна дія	Прийнятність
Екстремальний	> 20	Необхідні негайні дії	Неприпустимий (надмірний)
Високий	15 – 20	Необхідна підвищена увага вищого керівництва та відповідальних осіб	
Середній	10 – 15	Необхідне визначення відповідальних осіб	Обмежено допустимий (прийнятний)
Низький	5 – 10	Застосовуються звичайні процедури управління	
Яким можна знехтувати	< 5	-	Безумовно допустимий

Що стосується ГТС, то виходячи з прийнятного рівня техногенного ризику встановлюють технічні вимоги безпеки стосовно конструкцій ГТС, а також вимоги стійкості до небезпечних техногенних (удари, ударні хвилі, термічні навантаження) та природних (вітрові навантаження, сейсмостійкість) явищ [18]. Тому гранично допустимий рівень індивідуального ризику для ГТС України, враховуючи рівень її соціально-економічного розвитку, на нашу думку, може бути прийнятним в діапазоні від 10^{-4} (для функціонуючих об'єктів) до 10^{-5} (для новозбудованих об'єктів) 1/рік. За критерій прийнятності соціального ризику пропонується такий: неприйнятним вважається ризик, коли 25 дорослих людей (або дітей, людей похилого віку, хворих) і більше піддаються небезпеці з частотою більше 10^{-4} (відповідно 10^{-5}) за рік.

3. Ризик-менеджмент гідротехнічних споруд

Управління ризиком – це завчасне його передбачення, виявлення джерел загроз та факторів, розробка та вжиття заходів щодо зниження ризику до прийнятного рівня. Інакше кажучи, зниження ризику аварій та катастроф гідроспоруд передбачає три етапи дій – прогноз та попередження, реагування та ліквідація наслідків.

Для формалізації ризику R руйнування ГТС використовується адитивно-мультіплікативна модель, що пов'язує між собою ймовірність виникнення подій P_i (загроз) і відповідних їм небажаних наслідків w_i . Враховуючи, що $0 \leq Q \leq 1$ й нормований збиток $0 \leq w \leq 1$, її можна використати для аналізу ризику у вигляді чотирьох ідеалізованих ситуацій, що є звичним способом дослідження поведінки функцій у математиці [11, 19, 20].

Ранжування ризиків можна зобразити у вигляді діаграмами виду «два на два» (рис.2).

З математичної точки зору дані чотири випадки записуються у вигляді:

а) $Q = 1, w = 0, R = 0$

Випадок відповідає ситуації, коли частота реалізації події велика, а величина наслідків для заданої події незначна (блок **C**).

б) $Q = 0, w = 1, R = 0$.

Випадок відповідає ситуації, коли подія спостерігається досить рідко, а величина наслідків для них значна (блок **B**).

в) $Q = 0, w = 0, R = 0$.

Випадок відповідає ситуації з досить рідкими подіями і незначними наслідками (блок **D**).

г) $Q \neq 0, w \neq 0, R \neq 0$.

Випадок відповідає ситуації, коли спостерігаються різні частота подій та наслідки (як правило, значні) (блок **A**).

Ризики, що знаходяться у блоці **A**, вимагають негайних дій, у блоці **B** – розробки плану аварійних заходів; конкретні заходи по управлінню ризиками, що знаходяться у блоці **C**, необхідно розглядати; у блоці **D** знаходяться найменш значимі ризики, проте вони потребують періодичного перегляду. Такий ризик-менеджмент характеризується деякою суб'єктивністю, а оцінка наслідків різними ступенями невизначеності [21].

Оцінка ризику має враховувати несприятливі події, що розвиваються за різними сценаріями. Тоді формула (1) потребує узагальнення

$$R = \sum_{ij} Q_{ij} w_{ij}, \quad (3)$$

де індекс i відноситься до події, а j – до даного сценарію.



Рисунок 2 – Ранжування ризиків за ступенем наслідків [22]

Очевидно, що вибір конкретної математичної моделі оцінки ризику залежить від кожної з цих ситуацій. Як наслідок – існує значна кількість як самих моделей, так і підходів до моделювання оцінок ризику [8].

Стратегія управління ризиком може ґрунтуватися на виборі рівня ризику в межах від мінімального (який вважається досить малим) до максимально допустимого. Поняття прийняттого ризику є основою методології, яка дозволяє встановити рівень загрози – надмірний чи прийнятний, – а також встановити межі для кількісного виміру рівня безпеки

ГТС [23]. При цьому важливо дати чіткі визначення основних термінів концепції ненульового ризику щодо безпеки гідроспоруд [6].

При аналізі джерел загроз принциповим є те, що вони тісно пов'язані між собою. На нашу думку, джерело загроз – це будь-яка діяльність або стан довкілля, що здатні призвести до аварій або катастроф на ГТС.

Загроза – це соціальне, природне чи техногенне явище, подія або процес з прогнозованими, але неконтрольованими небажаними наслідками, що може статися у певний момент часу на ГТС, спричинити смерть людей і завдати шкоди їхньому здоров'ю, призвести до матеріальних і фінансових збитків, погіршити стан прилеглих територій.

Джерела та загрози руйнування гідроспоруд представлені у табл. 5 [24, 15, 25, 26].

Аварія – небажана подія, що виникає внаслідок господарської діяльності на об'єктах гідротехнічних споруд: вихід з ладу або пошкодження механізму, машини, агрегату, транспортного засобу або споруди, що супроводжується порушенням виробничого процесу або функціонування механічної системи, пов'язаний із загрозою життю людей, матеріальними збитками і, зазвичай, завдає шкоди прилеглим територіям та довкіллю в цілому.

Надзвичайна ситуація – обставини на прилеглий до гідротехнічної споруди території, що склалися внаслідок аварії, небезпечного природного явища, катастрофи, стихійного лиха тощо, які можуть призвести або вже призвели до людських жертв, завдали шкоди здоров'ю людей або довкіллю, призвели до значних матеріальних і фінансових втрат, а також – до порушення нормальних умов життєдіяльності людей.

Таблиця 5 – Джерела та загрози руйнування гідроспоруд

Середовище загрози руйнування ГТС	Джерела загроз	Фактори руйнування ГТС
1	2	3
Природне середовище	Геодинамічна активність; Зміни клімату та глобальне потепління;	Землетруси та «збуджена» сейсмічність; Зсуви; Обвали у водосховища масивів нестійких гірських порід; Селі; Снігові лавини; Урагани; Снігопади; Зливи; Повені; Смерчі; Тайфуни, шторми;
Техногенне середовище	Дослідне виробництво нової техніки; Випуск небезпечних технологічних конструкцій; Зношення обладнання; Низький рівень дослідно-конструкторських робіт	Хвилі прориву у нижніх б'єфах пошкоджених ГТС; Відмова у роботі затворних механізмів управління ГТС
Соціальне середовище	Порушення правил безпеки експлуатації технічних систем; Низький рівень науково-дослідних робіт; Напруженість міжнародних відносин; Соціальна несправедливість	Людський фактор (непрофесійність, некомпетентність та безвідповідальність); Воєнні дії; Терористичні акти

Стихийне лихо – небезпечні природні процеси та явища, які за своїми масштабами відхиляються від вузького діапазону нормального функціонування прилеглої до гідротехнічної споруди території та навколишнього середовища, створених людиною пристроїв, споруд, технологій та самої людини; руйнівне природне і/або природно-антропогенне явище чи процес, що може спричинити або вже спричинив загрозу життю та здоров'ю людей, руйнування або знищення матеріальних цінностей та окремих елементів природного середовища у межах даної гідротехнічної споруди. Це можуть бути як короткотривалі процеси, наприклад, тайфуни, смерчі, зсуви, лавини, землетруси, виверження вулканів, цунамі тощо, так і довготривалі – засухи, повені, снігові замети.

Катастрофа – велика аварія, що виникає на гідротехнічній споруді внаслідок господарської діяльності і завдає значної шкоди як населенню, так і навколишньому середовищу: людські жертви, каліцтва або погіршення стану здоров'я населення, забруднення природного середовища тощо [6].

Зазвичай до катастроф відносять великі аварії, за яких загинуло не менше певної кількості людей (не менше як 10 осіб), матеріальний збиток перевищив певну суму або мав місце певний збіг цих обставин [27].

Надзвичайні ситуації, аварії та катастрофи на гідротехнічних спорудах настають за певної комбінації умов існування джерел та факторів загроз. Чим більше таких ситуацій, тим більша ймовірність їх виникнення (табл. 5).

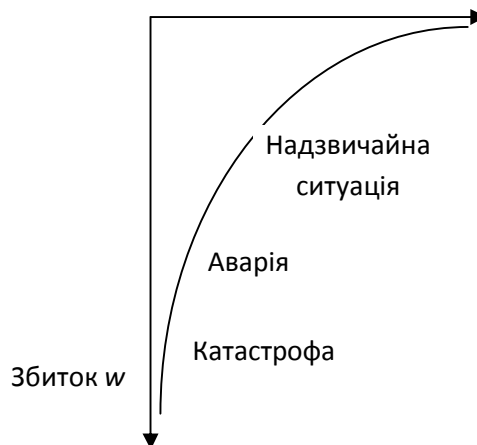


Рисунок 3 – Розподіл небезпечних подій на гідроспорудах за збитком [28]

4. Розробка сценаріїв розвитку аварій, НС та катастроф ГТС за допомогою дерева подій

Загальний підхід до оцінки ризику на гідротехнічних об'єктах наступний:

- розподіл аварій, НС та катастрофи як складної події, що призводить до негативних наслідків з різними ступенями тяжкості, на елементарні події;
- визначення ймовірностей цих подій, їх послідовності, а також небезпечних наслідків;
- розрахунок повної ймовірності цих подій для зазначеної послідовності.

Аварії, НС та катастрофи об'єктів ГТС є завершеними послідовностями подій. Ступінь їх деталізації, пов'язаний з можливістю визначення оцінки ймовірності їх виникнення [16].

Першим кроком побудови сценаріїв є визначення небезпечних подій як ззовні, так і всередині об'єкта. При цьому сприятливими подіями, що розглядаються є спрацювання чи відмови елементів та систем об'єкту, помилки обслуговуючого персоналу («людський фактор») тощо [29, 30].

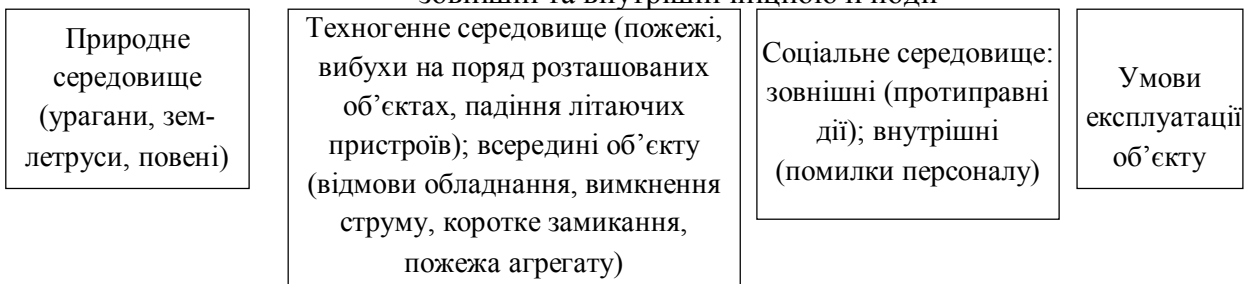
У такий спосіб оцінка ризику аварій на ГТС під час його експлуатації представляється у вигляді деревоподібного орієнтованого графа (рис. 3) з розгалуженою структурою, початковими подіями якого є ініціюючі події (фактори загроз) A_p ($p = 1, \dots, q$), а головними подіями, що знаходяться у вершинах графа, B_k ($k = 1, \dots, l$) – можливі наслідки.

Сценарії розвитку аварій визначаються схемами:

- зверху вниз («а що буде, якщо ...»);
- знизу вверх (від негативних наслідків до їх причин).

Припустимо, B_0 – подія, що полягає у штатному функціонуванні об'єкту (збиток $w_0 = 0$), а B_k ($k = 1, \dots, l$) – подія, що полягає у переході об'єкту ГТС через початкові (ініціюючі) події до стану, що характеризується негативними наслідками, оцінюючим збитком w_k ($k = 1, \dots, l$). Таким чином, стан об'єкту описується $(l+1)$ -вимірним вектором, що приймає значення від 0 (штатне функціонування) до l (наслідки l -го типу). Як правило, кожний сценарій розвитку аварії призводить до різного збитку.

Початкові події A_p ($p = 1, \dots, q$) для об'єкту, що розглядається:
зовнішні та внутрішні ініціюючі події



Ймовірності реалізації фактору загрози на об'єкті

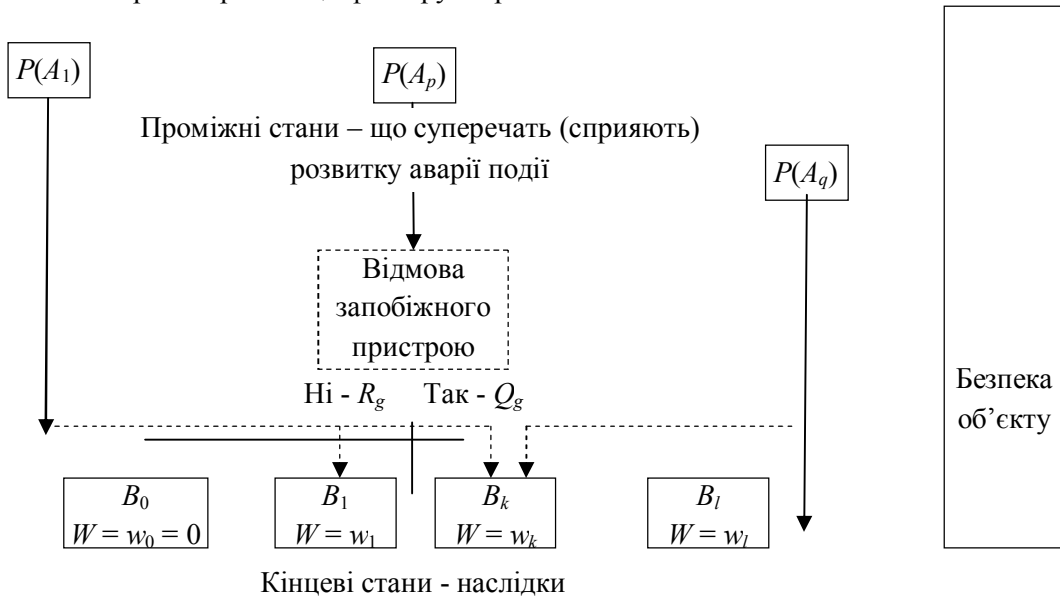


Рисунок 4 – Дерево подій при експлуатації об'єкту ГТС

Враховуючи вищенаведене, оцінку ризику можна отримати за допомогою формули [31]:

$$R = \sum_{k=1}^l P(B_k)w_k \tag{4}$$

де $P(B_k) = Q_k$ – ймовірність несприятливої події по k -му каналу.

Так у випадку (рис.4), отримаємо

$$P(B_k) = P(A_p)Q_g, \quad (5)$$

де Q_g – ймовірність реалізації фактору загроз (відмови запобіжного пристрою).

Цю ймовірність при всіх можливих вихідних подіях обчислюють за формулою

$$Q_g = \sum_{p=1}^q P(A_p)Q_{pk}, \quad (6)$$

де $P(A_p)$ – ймовірність настання небезпечної події p -го типу у розрахунку на рік; Q_{pk} – ймовірність розвитку небезпечної події за k -м каналом у результаті реалізації p -ї небезпечної події (обчислюється як добуток ймовірностей усіх сприяючих подій).

Тоді з урахуванням формули (4)

$$R = \sum_{k=1}^l w_k \sum_{p=1}^q P(A_p)Q_{pq}. \quad (7)$$

Розглянемо побудову графа дерева подій за допомогою методу «зверху вниз» (рис. 4).

На першому рівні представлені можливі умови експлуатації об'єкту ГТС у вигляді можливих початкових умов A_p ($p = 1, \dots, q$) для небезпечних подій:

- зовнішні ініціюючі події;
- аварійні ситуації з окремими блоками, агрегатами, на об'єкті, коли реалізуються небезпечні події;
- робота об'єкту ГТС у відповідності з експлуатаційною документацією, за якої можливі відмови елементів.

На другому рівні розташовані ймовірності $P(A_p)$ $p = 1, \dots, q$ вихідних факторів загроз, що можуть призвести до аварії, НС та катастрофи з негативними наслідками.

На третьому рівні розташовані сприяючі (перешкоджаючі) події (механізми відвертання), що враховують надійність, міцність, стійкість тощо елементів об'єкту ГТС. Ймовірність реалізації сприяючої події ($z = 1$) – Q_g , не настання ($z = 0$), маємо ймовірність $R_g = 1 - Q_g$. На останньому рівні розташовуються можливі наслідки (збитки) експлуатації небезпечного об'єкту B_k ($k = 1, \dots, l$). Взагалі, кількість рівнів визначається наявною інформацією про об'єкт дослідження [32–34].

Ймовірність збитку визначається як добуток ймовірності реалізації фактору загрози та ймовірності реалізації механізмів її відвертання.

5. Стратегія управління безпекою ГТС

З погляду системного аналізу стратегія управління безпекою гідроспоруд може бути поділена на чотири стадії: концепції – моделі – принципи – рішення [8, 29].

Спочатку фахівцям з проблем математичного моделювання пропонується концепція, яка підтримується керівництвом країни та фахівцями з питань управління безпекою у даній сфері. Повинні бути задані базові точки й визначена система пріоритетів, а також надані ресурси, які країна може спрямувати в цю сферу.

На основі результатів, отриманих на попередніх етапах математичного моделювання, можуть прийматися конкретні технічні, управлінські та інші рішення. Це змінює ситуацію, пріоритети, збагачує дослідників й практиків досвідом і примушує їх повернутися до початку опрацювання концепції, конкретизувати її, уточнити. А в разі потреби й змінити її.

Найпростішу картину можна представити наступним чином. Характеризуватимемо стан об'єкта ГТС цілим числом $n = 0$, що відповідає аварії з неприйнятним рівнем збитку. Чим більше значення n , тим у кращому (більш безпечному) стані залишиться об'єкт. Через складні причинно-наслідкові зв'язки його стан описується за допомогою методів теорії ймовірності. Вважаємо, що заходи щодо забезпечення безпеки, ремонт, модернізація тощо призводять до того, що за деякий інтервал часу Δt (час – дискретна величина, що змінюється з кроком Δt , тобто стан системи може змінюватися лише в моменти $\Delta t, 2\Delta t, \dots$) стан об'єкта покращується з ймовірністю p . Таким чином, якщо в момент t він має оцінку n , то в момент $t + \Delta t$ оцінка стане $n + 1$. З ймовірністю $1 - p$ він буде погіршуватися (старіння обладнання, халатність персоналу, інші недоліки) [29].

Наприклад, у момент початку експлуатації $t = 0$ об'єкт мав оцінку надійності n_0 . Для простоти вважатимемо, що напруцювання (обсяг послуг), вироблене одиницю часу Δt , дорівнює Q і не залежить від оцінки безпеки n . Припустимо також, що витрати на проведення технічної політики (включаючи заходи, спрямовані на підвищення стійкості об'єкта), що забезпечує ймовірність p , дорівнюють за одиницю часу $R(p)$.

У такій постановці наша задача зводиться до класичної проблеми теорії ймовірності про блукання на напівпрямій або до задачі про програвання гравця [35, 36].

5.1 Стратегія гарантованої надійності

Розраховуємо на випадок найгіршого варіанту, у разі якого, незважаючи на вжиті заходи, стан об'єкта буде погіршуватися. В цьому випадку час його безаварійної роботи дорівнює n_0 . А економічний ефект становить,

$$D_1 = (Q - R(p))n_0. \quad (8)$$

Після того, як об'єкт відпрацював гарантійний термін, він більше не експлуатується. Перевага такого підходу – не потрібна система моніторингу. Недолік – час роботи при цьому може бути досить незначний, і для $t = n_0$ можна відмовитися від експлуатації об'єкта, який може знаходитись у відмінному стані. Насправді, ймовірність аварії в момент часу $n_0\Delta t$ дорівнює $p_r = (1 - p)^{n_0}$.

Якщо величина p близька одиниці, а значення n_0 досить велике, то ця ймовірність може бути дуже малою. З іншого боку, в даній ідеалізованій ситуації не виникає витрат на ліквідацію наслідків аварії.

5.2 Стратегія звичайних аварій

Досить часто при побудові виробництва враховують штатні, проектні аварії. Такий підхід має вигляд: нехай ймовірність того, що аварія трапиться в момент $m\Delta t$, якщо спочатку система перебувала у стані з рівнем безпеки n_0 , дорівнює $p(m | n_0)$. Тоді середній час до аварії дорівнює

$$\bar{M} = \sum_{m=1}^{\infty} mp(m | n_0) \quad (9)$$

Припустимо, що експлуатуємо об'єкт впродовж часу T ($T < M$) до того, як станеться серйозна аварія, ліквідуємо її наслідки і потім припиняємо її експлуатацію. У такому разі економічний ефект стає випадковою величиною з математичним очікуванням D_2 , де C – вартість ліквідації наслідків аварії.

Взагалі, якщо рівень обслуговування нижче деякого критичного рівня $p < 1/2$, належному рівні, то аварія може і не відбутися, наприклад,

$$\bar{D}_2 = \sum_{m=0}^T [m(Q - R(p))p(m|n) - p(m|n)C] \quad (10)$$

$$\sum_{m=1}^{\infty} p(m|1) = (1 - p)/p$$

Управління ризиком при цьому зводиться до вибору рівня технічного обслуговування p і проектного терміну служби.

5.3 Стратегія з ідеальним моніторингом

Недоліком попередньої стратегії є необхідність ліквідації наслідків великої аварії у разі стандартного, штатного режиму. Цього можна уникнути, якщо маємо систему моніторингу. В разі критичної ситуації можна призупинити експлуатацію об'єкта. Якщо вважати, що робота такої високоефективної системи моніторингу за одиницю часу Δt потребує затрат L , то економічний ефект від експлуатації такого об'єкта в середньому складає

$$D_3 = (Q - R(p) - L) \sum_{m=0}^{\infty} mp(m|n). \quad (11)$$

У різних сферах сучасних технологій в основному використовуються такі стратегії або їх модифікації та комбінації.

5.4 Стратегія реагування на зміни властивостей системи

Передбачається, що величини p , $R(p)$, L , Q , C суттєво не змінюються впродовж усього часу функціонування об'єкта [11]. Це припущення не завжди виконується як у кризовий, так і в перехідний періоди. Наприклад, тривалі невивлати зарплати призводять до падіння технологічної дисципліни. Як наслідок – об'єкт стає ще більш небезпечним. Це часто вимагає корегування стратегії аж до екстрених заходів, пов'язаних із зупинкою об'єктів. Надзвичайні ситуації, які мали місце на небезпечних виробництвах, свідчать про те, що соціальні, психологічні, економічні аспекти можуть стати найбільш вагомими. Сьогодні ці аспекти управління ризиками не враховуються належним чином.

Висновки

Основою наукових досліджень для аналізу техногенної безпеки має бути поняття ризику, пов'язаного з даною технологією, і прийняттого рівня ризику, зумовленого економічними та соціальними чинниками. Від визначення прийняттого рівня безпеки значною мірою залежать темпи та масштаби політичних, економічних і соціальних перетворень, безпека людини, суспільства, держави та довкілля. Тобто величина прийняттого ризику є деяким компромісом між реальним ризиком і можливостями його досягнення.

За відсутності уніфікованої математичної моделі для оцінки техногенного ризику, на практиці часто доводиться використовувати методи, засновані на експертних оцінках ризику. Так, для оцінки ризику руйнування ГТС можна застосувати метод, що використовує визначення категорій та ступенів реалізації і наслідків загрози руйнування ГТС.

Гранично допустимий рівень індивідуального ризику для ГТС України, враховуючи рівень її соціально-економічного розвитку, може бути прийнятним в діапазоні від 10^{-4} (для функціонуючих об'єктів) до 10^{-5} (для новозбудованих об'єктів) 1/рік.

Зниження ризику аварій та катастроф на гідропоруках передбачає три етапи дій – прогноз та попередження, реагування та ліквідація наслідків.

У системі реагування на надзвичайні ситуації природного і техногенного характеру Україна має перейти до політики «прийняттого ризику». Разом з тим, такий перехід потребує

докорінної зміни всієї виконавчої і законодавчої системи управління природно-техногенною безпекою. В даний час її ефективність надзвичайно низька.

Для підвищення рівня техногенно-екологічної безпеки потенційно і техногенно небезпечних виробництв та зниження рівня ризику виникнення надзвичайних ситуацій на державному рівні необхідно здійснити перехід в Україні на аналіз і управління техногенними ризиками як основну систему регулювання безпеки її населення і території, що забезпечить подолання негативної тенденції зростання кількості надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Важливе значення має модернізація виробничого апарату, вироблення принципово нової стратегії технологічної модернізації, модернізації у сфері інновацій та інституційній сфері. Необхідно створити цілісну міжвідомчу систему інтегрального моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій, яка включала б організацію центру прийняття і обробки інформації, що надходить від різних систем, органів виконавчої влади; створити банк даних про потенційно- і техногеннонебезпечні виробництва. А також здійснити масовані інвестиції в модернізацію промислового виробництва, виведення із експлуатації виробничих фондів, що відпрацювали свій ресурс, перехід на сучасні безпечні технології. Це необхідно, до значна частина потенційно небезпечних виробництв у найближчій перспективі вичерпає свій ресурс.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбулін В.П., Качинський А.Б. Системно–концептуальні засади національної безпеки України. – К.: ДП «НВЦ» «Євроатлантикінформ», 2007. – 592 с.
2. Кини Р. Размещение энергетических объектов: выбор решений. – М.: Энергоиздат, 1983. – 320 с.
3. Маршал В. Основные опасности химических производств. – М.: Мир, 1989. – 672 с.
4. Стихийные бедствия: изучение и методы борьбы. – М.: Прогресс, 1978. – 439 с.
5. Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н. Природные и техногенные ситуации: опасности, угрозы, риски. – М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2001. – 344 с.
6. Качинський А.Б. Безпека, загрози та ризик. – К.: ІПНБ РНБО; НА СБ України, 2004. – 472 с.
7. Бачкаи Т., Месена Д., Мико Д. Хозяйственный риск и методы его измерения. – М.: Экономика, 1979. – 184 с.
8. Качинський А.Б. Засади системного аналізу безпеки складних систем. – К.: ДП «НВЦ «Євроатлантикінформ», 2006. – 336 с.
9. Ляпичев Ю.П. Гидрологическая и техническая безопасность гидросооружений – М.: РУДН, 2008. – 222 с.
10. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну. – М.: «Прогресс – Традиция», 2000. – 384 с.
11. Азанов С.Н., Вингородский С.Н., Половко А.И., Гуров С.В. Надежность технических систем и техногенный риск. – СПб.: СПб Лесотехническая академия, 1998. – 119 с.
12. Федулов Г.В., Акимов А.А., Корнейчук Ю.Ю. О терминологии в сфере защиты населения от чрезвычайных ситуаций // ВИНТИ. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – 2001. – №4. – С. 200 – 214.
13. Бутыркин А.Я. Учет факторов риска при разработке стратегии промышленного предприятия // Управление риском. – 2005. – № 1. – С. 59 – 63.
14. Елохин А.Н. Анализ и управление риском: теория и практика. – М.: Лукойл, 2000. – 185с.
15. Малик Л. К. Природные и антропогенные факторы разрушения гидротехнических сооружений (причины, последствия, меры предупреждения) // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. ВИНТИ, 1997, вып. 11, с. 81 – 110.
16. Малик Л. К. Факторы риска повреждения гидротехнических сооружений. – Проблемы безопасности. – М.: Наука, 2005. – 354 с.
17. Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков. – М.: Академия, 2008. – 368 с.

18. Стефанишин В.Д. Оценка нормативной безопасности плотин по критериям риска // Гидротехническое строительство. – 1997. – № 2. – С.44 – 47.
19. Ковалевич О. М. Понятие «риск» и его производные // ВИНТИ. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – 2001. – Вып. 1. – С. 91 – 98.
20. Костров А.В., Ткачева А.А. Защита населения и территорий: семантический анализ, синтез и формализация терминов // ВИНТИ. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – 2000. – № 6. – С. 24 – 47.
21. Солнцева Г.Н. Когда и почему рискуют люди (опыт психологического анализа феномена риска) // Человек. – 2001. – № 2. – С. 102 – 112.
22. Королев В.Ю., Бенинг В.Е., Шоргин С.Я. Математические основы теории риска. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 544 с.
23. Ортвин Ренн. Три десятилетия исследования риска: достижения и новые горизонты // Вопросы анализа риска. – 1999, Т. 1. – № 1. – С. 80 – 90.
24. Ваганов П.А., Манг-Сунг Им. Экологические риски. – СПб.: Изд-во С.- Петерб. ун – та, 2001. – 152 с.
25. Мягков С.М. География природного риска. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 224 с.
26. Наливкин Д.В. Ураганы, бури и смерчи. – М.: Наука, 1969. – 120 с.
27. Маньков В.Д. Безопасность общества и человека в современном мире. – СПб.: Политехника, 2005. – 551 с.
28. Хенли Э. Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска. – М.: Машиностроение, 1981. – 526 с.
29. Управление риском: Устойчивое развитие. Синергетика. – М.: Наука, 2000. – 431 с. – (Серия «Кибернетика: неограниченные возможности и возможные ограничения»).
30. Элиот М.У. Основы финансирования риска. – М.: Инфра-М, 2007. – 138 с.
31. Половко А.И., Гуров С.В. Надежность технических систем и техногенный риск. – СПб.: СПб Лесотехническая академия, 1998. – 119 с.
32. Радаев Н.Н. Элементы теории риска эксплуатации потенциально опасных объектов. – М.: РВСН, 2000. – 323 с.
33. Лещинський О.Л., Школьний О.В. Економічний ризик та методи його вимірювання. – К.: «Дельта», 2005. – 112 с.
34. Ястремський О. Основи теорії економічного ризику. – К.: «АртЕк», 1997. – 248 с.
35. Яйли Е.А., Музалевский А.А. Что мы хотим определить, оценить, и чем мы хотим управлять? Методологические аспекты проблемы риска // Управление риском. – 2006. – № 3. – С. 50 – 63.
36. Ярочкин В.И. Секьюритология – наука о безопасности жизнедеятельности. – М.: Ось-89, 2000. – 400 с.
37. Векслер А.Б., Ивашинцов Д.А., Стефанишин Д.В. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений. СПб.: Изд-во ОАО «ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева», 2002 – 589 с.

Стаття надійшла до редакції 27.10.2014

УДК 519.862 +519.816

Ю.М. ЛИСЕЦЬКИЙ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ

Анотація. Розглянуто питання дослідження підприємств за допомогою системного підходу. Описано системні принципи та особливості їх застосування щодо економічних процесів. Сформульована програма системного аналізу підприємства як соціально-економічної системи. Наведено модель підприємства як відкритої системи.

Ключові слова: системний підхід, системні принципи, підприємство, модель, система, структура, компоненти, фактори, зовнішнє середовище.

Аннотация. Рассмотрен вопрос исследования предприятий с помощью системного подхода. Описаны системные принципы и особенности их применения относительно экономических процессов. Сформулирована программа системного анализа предприятия как социально-экономической системы. Приведена модель предприятия как открытой системы.

Ключевые слова: системный подход, системные принципы, предприятие, модель, система, структура, компоненты, факторы, внешняя среда.

Abstract. The issue of enterprise research using systems approach has been considered. Systems principles and peculiarities of their application to economic processes have been described. A program of systems analysis of enterprise as a social and economic system has been formulated. A model of enterprise as an open system has been demonstrated.

Keywords: systems approach, systems principles, enterprise, model, system, structure, components, factors external environment.

Вступ

Питання моделювання діяльності підприємства з метою виокремлення ключових бізнес-процесів є головним для переважної більшості вітчизняних та іноземних компаній, що опинились перед необхідністю реформування своєї діяльності [1]. Це завдання може бути виконано лише за допомогою сучасного наукового дослідження підприємств, у основі якого лежить системний підхід.

Системний підхід полягає в застосуванні сукупності методологічних принципів та теоретичних положень, що дають можливість досліджувати кожний елемент системи у його зв'язках та взаємодії з іншими елементами; простежувати зміни, що відбуваються у системі внаслідок змін її окремих ланок; досліджувати специфічні системні (емерджентні) якості; робити обґрунтовані висновки щодо закономірностей розвитку системи; визначати оптимальний режим її функціонування і т.ін. [2].

Досліджуючи складні системи, зокрема, організаційні, важливо встановити загальні зв'язки між окремими елементами, тобто уявити загальну «картину», а не розпорощувати увагу на деталі.

Щодо економічних процесів системний підхід означає:

- вивчення взаємозв'язаних об'єктивних економічних законів, що визначають характер і основи планування;
- визначення мети розвитку даної системи з позицій більш загальної системи, частиною якої є досліджувана, щоб правильно сформулювати критерій оптимальності планування;
- структурний аналіз систем, що розкриває характер взаємозв'язків і призначення кожної підсистеми;

– дослідження особливостей управління і механізму зворотних зв'язків для найкращої реалізації планів;

– з'ясування характеру і ступеня впливу на систему умов її функціонування (середовища) для підвищення надійності планових розрахунків;

– вивчення процесів прийняття рішень у кожному блоці системи з урахуванням взаємодії останнього з іншими підсистемами та його місця в системі як єдиному цілому.

Системний підхід (системний принцип) – це, насамперед, усвідомлення того, що будь-яка організація являє собою систему, складену з частин, кожна з яких має свої власні інтереси.

Досягти загальної мети організації можна лише тоді, коли розглядати її як цілісну систему, намагаючись зрозуміти й оцінити взаємодію усіх частин цієї системи та об'єднати їх на такій основі, яка дозволила б організації ефективно виконувати поставлені завдання.

2. Системний підхід до вирішення економічних завдань

Зміст системного підходу при управлінні підприємством полягає у тому, щоб, по-перше, домогтися загальної ефективності усього підприємства і не допустити, щоб інтереси окремого підрозділу стали на перешкоді до загального успіху; по-друге, досягти цього в умовах організаційної структури, яка завжди містить суперечливі одна одній цілі [3].

На сучасному етапі системний підхід при розв'язанні економічних завдань знайшов широке застосування. Цьому сприяла низка об'єктивних причин:

1. Автоматизація управління висуває на перший план необхідність вивчення економічної системи в цілому.

2. Створення економічно ефективних інформаційних систем управління потребує встановлення відносної відособленості об'єктів управління, без чого неможливе інформаційне забезпечення обчислювального процесу розв'язання господарських завдань.

3. Провідним компонентом економічно-виробничих процесів є працівники, які забезпечують виконання виробничих процесів, і процеси управління: взаємодіючи один з одним та з матеріально-енергетичними потоками, вони утворюють таку сукупність внутрішніх зв'язків економічного об'єкта, яку необхідно аналізувати у цілому, щоб виявити справжній зміст зазначеного переплетення залежностей.

В основі функціонування будь-якої системи, у тому числі і виробничої, лежать об'єктивні загальні закони, такі як закон збереження і закон безперервного розвитку, які пояснюють суть і природу прагнення системи до рівноваги, її стійкість. Така рівновага носить динамічний характер, оскільки досягається у результаті зміни стану рівноваги через подолання нерівноважних станів, що й означає розвиток системи. Розвиток є необоротною закономірною зміною, у результаті якої виникає новий стан складу або структури системи, а також кількісні і якісні перетворення на основі використання потенційних можливостей з метою вдосконалення.

Дослідження розпочинається з уточнення або формулювання цілей конкретної системи управління розвитком і пошуку критерію ефективності, який повинен бути виражений у вигляді конкретного показника. Як правило, більшість організацій є багатоцільовими. Множина цілей витікає з особливостей розвитку підприємства і його фактичного стану в даний період часу, а також стану навколишнього середовища (геополітичні, економічні, соціальні чинники).

Чітко і грамотно сформульовані цілі розвитку підприємства є основою для системного аналізу і розробки програми досліджень [4]. Програма системного аналізу включає перелік питань, що підлягають дослідженню і їх пріоритетність. Наприклад, програма системного аналізу може включати такі розділи:

– аналіз підприємства у цілому;

– аналіз типу виробництва і його техніко-економічну характеристику;

– аналіз підрозділів підприємства, що випускають продукцію або надають послуги;

- аналіз допоміжних і обслуговуючих підрозділів;
- аналіз системи управління підприємством;
- аналіз форм зв'язків документів, що діють на підприємстві, маршрути їх руху і технологію обробки.

До системних принципів відносяться: принцип кінцевої мети, принцип вимірювання, принцип еквівіальності, принцип єдності, принцип зв'язності, принцип модульної побудови, принцип ієрархії, принцип функціональності, принцип розвитку, принцип децентралізації, принцип невизначеності.

Одним з найважливіших принципів теорії систем є принцип декомпозиції її на окремі підсистеми, які, у свою чергу, є системами нижчого рангу. Наприклад, систему загальнозаводського планування можна поділити на дві підсистеми: техніко-економічного та оперативно-календарного планування. Остання підсистема (система) також складається з двох підсистем: міжцехового і цехового планування. Щодо системи цехового планування, то вона містить у собі систему планування та систему управління окремими виробничими підрозділами цеху.

3. Підприємство як відкрита система

Кожна система функціонує у певному середовищі. Не існує абсолютно ізольованих систем. Організація є відкритою системою, вбудованою у зовнішній світ [5]. На вході вона отримує ресурси із зовнішнього середовища, на виході віддає йому створений продукт. Модель існування організації як відкритої системи зображено на рис. 1.

Навколишнє середовище є джерелом факторів, зовнішніх щодо розглядуваної системи. У економічних системах ці фактори не піддаються контролю з боку спеціалістів, які розробляють чи приймають рішення (у цьому розумінні зазначені фактори сприймаються як задані з погляду тих, хто діє у системі), не є нейтральними стосовно системи, а мають на неї значний вплив.

Зовнішні дії на систему називаються вхідними величинами (параметрами), або вхідними діями, а елементи системи, до яких вони застосовані, – *входами* системи. Дії системи на зовнішнє середовище характеризуються значеннями її *вихідних величин* (параметрів). Наприклад, виробничий процес на підприємстві можна розглядати як окрему систему, при цьому праця робітників, різні види енергії, напівфабрикати і сировина є ресурсами – вхідними величинами, а готові вироби – вихідними величинами.

Застосування системного підходу дає змогу виділити у діяльності підприємств спеціальні функції як відносно відокремлені компоненти.

У межах підсистем здійснюються певні види діяльності. Їх відносна самостійність, визначеність цілей та зміст дають їм можливість інтегруватися у такі функціональні підсистеми:

1. Організація виробничих процесів: технічна підготовка виробництва, виробничі та трудові процеси, забезпечення якості продукції.

2. Елементна складова виробництва: будівлі, споруди, виробничі приміщення, устаткування, пристрої, прилади; предмети праці певних властивостей; кадри різних рівнів кваліфікації.

3. Виробнича інфраструктура підприємства: технічне обслуговування і ремонт основних матеріальних елементів виробничої системи, її матеріально-технічне, енергетичне, транспортне забезпечення, складське і тарне господарство, збут готової продукції тощо.

4. Управлінська підсистема підприємства: техніко-економічне планування, фінансування, бухгалтерський облік, науково-технічний та соціальний розвиток підприємства.

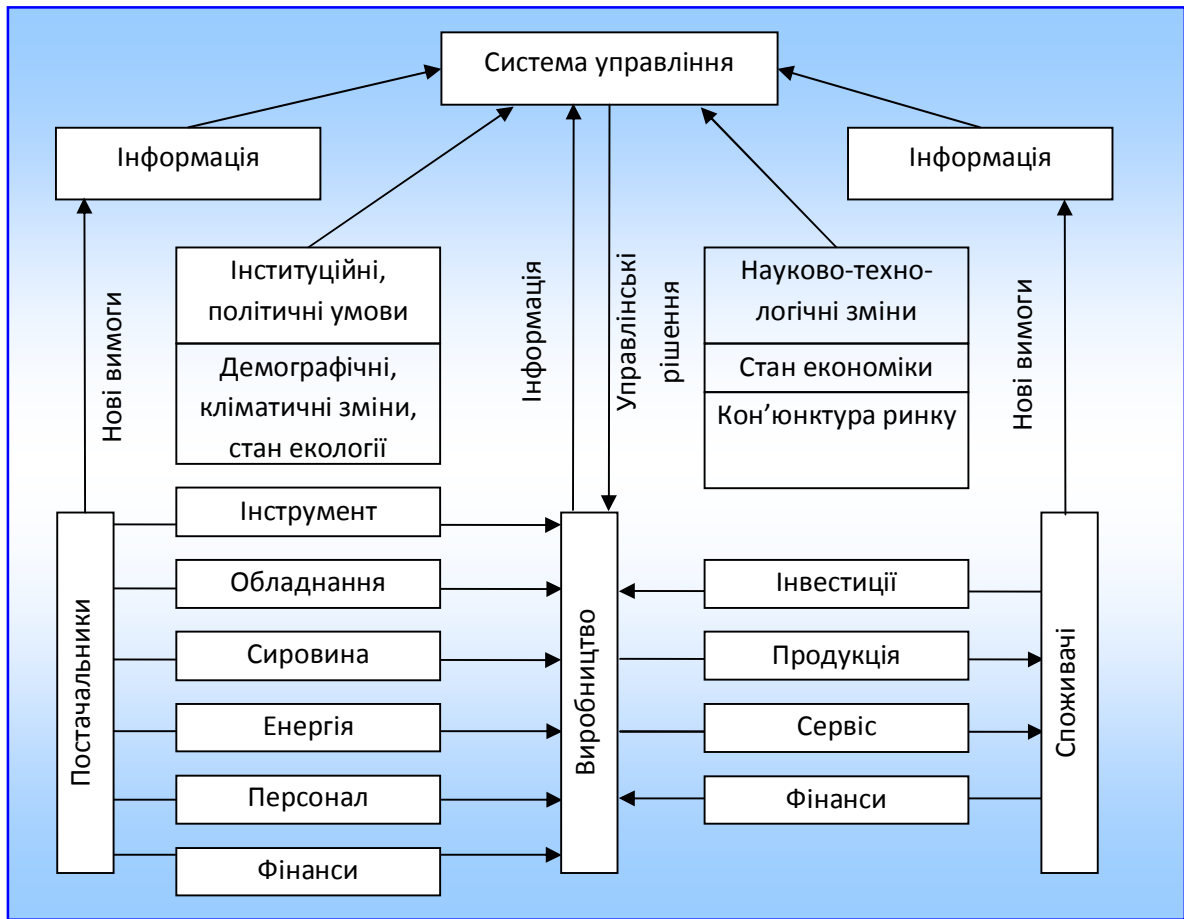


Рисунок 1 – Модель підприємства як відкритої системи

Кожна ланка та функціональні підсистеми підприємства подібно до кібернетичних систем мають «вхід», «процес» і «вихід». Усе це зумовлює наявність у них об'єктів і суб'єктів управління, які пов'язані між собою каналами зв'язку. Залежно від пріоритетів і мети діяльності функціональні підсистеми підприємства підлягають перегрупуванню. Наприклад, однорідні елементи і зв'язки за функціональним змістом об'єднують у підсистеми: технічну, технологічну, організаційну та соціальну.

При дослідженні діяльності підприємства необхідно враховувати основні принципи системного підходу [6]:

1. Сума властивостей елементів, що входять у систему, не дорівнює властивостям самої системи.
2. Підприємство є відкритою системою, тобто системою, що обмінюється з навколишнім середовищем енергією і інформацією. Відкрита система постійно пристосовується до умов, що змінюються, а це забезпечує їй економічну стійкість.
3. У зв'язку зі складністю взаємозв'язків між економічними елементами у середині виробничої системи її функціонування має досліджуватися на основі спрощених економічних моделей і схем.

Управління виробничою системою визначається і обмежується властивостями двох типів [7]:

- базовими властивостями, притаманними будь-яким типам систем;
- специфічними властивостями, притаманними виробничим системам.

До базових властивостей відносять:

Взаємодія – категорія, що відображає процеси впливу об'єктів один на одного, їх взаємну обумовленість і породження одним об'єктом іншого. Взаємодія – об'єктивна і

універсальна форма руху, розвитку, яка визначає існування і структурну організацію будь-якої матеріальної системи. З втратою взаємодії система перестає існувати.

Елементарність – система як об'єкт управління системи будь-якого рівня і вигляду є об'єднанням окремих взаємопов'язаних частин (підсистем), кожна з яких володіє хоча б однією властивістю, що забезпечує досягнення мети всієї системи.

Упорядкованість – розташування об'єктів (підсистем) певним чином. Фахівці у галузі кібернетики і проектуванні систем доповнюють її структурою і пропорційністю блоків.

Цілісність – певна сукупність підсистем, пов'язаних в єдине ціле, яка володіє властивостями, відсутніми у підсистем.

Оскільки виробнича система є сукупністю взаємопов'язаних елементів, що знаходяться у відносинах і зв'язках один до одного щодо організації і ведення виробничого процесу, то вона розпадається на функціонально і структурно обмежені блоки елементів – підсистеми, які охоплюють різні стадії і функції виробничого процесу, накладаючи на виробничі системи специфічні властивості:

- багатофункціональність, тобто потенційна здатність системи реалізовувати певну множину функцій при заданій структурі. Ця властивість виражається через гнучкість, стійкість, надійність і адаптацію систем;

- гнучкість – здатність змінювати мету функціонування залежно від умов функціонування і стану підсистем;

- стійкість (живучість) – здатність зберігати основні виробничі параметри у певних межах і підтримувати необхідну лінію поведінки при збуреннях або відмовах у середині самої системи і зовні;

- надійність – здатність системи реалізовувати задані функції протягом певного періоду часу із заданими параметрами якості. При цьому якість виконання характеризується величиною відхилення фактичного значення виробничого параметра від його заданого значення;

- адаптивність – фактична зміна цілей функціонування при зміні умов функціонування системи. Звідси витікає нестабільність виробничої системи.

Специфічні властивості виробничих систем не суперечать базовим, але проявляються різним чином у різних зовнішніх середовищах. Так, при високому ступені суспільної кооперації зростає просторова протяжність виробничої системи при одночасному скороченні кількості стадій виробничого процесу в окремій виробничій одиниці (виробничому підприємстві). Відповідно у рамках останньої змінюються зміст і обсяг як задач виробництва, так і функцій управління ним.

4. Підприємство як складна соціально-економічна система

Підприємство як будь-яка складна система складається з комплексу більш простих систем, що виконують певні функції [8].

У виробничо-технічному відношенні підприємство є техніко-технологічним комплексом, системою робочих машин і механізмів, підібраних пропорційно за кількістю і потужністю відповідно до видів продукції (виконуваних робіт, послуг), що випускається, технології її виготовлення і обсягів випуску.

Організаційно підприємство є первинною ланкою промисловості, виробничою одиницею національної економіки з визначеними внутрішньою структурою, зовнішнім середовищем, закономірностями функціонування і розвитку. Організаційна система підприємства включає його виробничу і організаційну структуру управління підприємством і цехами, а також зв'язки між виробництвом і управлінням, між підприємством і зовнішніми організаціями.

У соціальному відношенні підприємство виступає як соціальна підсистема суспільства, саме у ній здійснюється взаємодія суспільних, колективних і особистих інтересів, складаються відносини колективізму і взаємодопомоги.

Економічно підприємство є відособленою ланкою національної економіки, що володіє певною оперативно-господарською самостійністю і здійснює свою діяльність на основі комерційного розрахунку. Економічна підсистема підприємства включає економічні відносини підприємства з державою, державним бюджетом, вищою керівною організацією, постачальниками, споживачами, банками.

В інформаційному відношенні підприємство – це складна динамічна система, що характеризується великим обсягом, інтенсивністю і різною спрямованістю інформаційних зв'язків між підсистемами і елементами, що постійно обмінюються із зовнішнім середовищем різного роду інформацією. Інформаційна система підприємства включає планову, звітну, нормативно-технічну документацію, а також різну інформацію (письмову, усну тощо), що характеризує стан і рух компонентів підприємства.

В екологічному відношенні підприємство є виробничо-екологічною системою, що взаємодіє із зовнішнім середовищем шляхом матеріально-енергетичного обміну.

В адміністративно-правовому відношенні підприємство виступає як юридична особа з правами і обов'язками законодавчо встановленими державою.

Промислове підприємство як будь-яка система може знаходитися в двох станах: стійкому і нестійкому.

Стойкий стан характеризується ритмічним випуском високоякісної продукції і великим попитом на неї, рівномірним ходом виробництва у всіх підрозділах, достатнім матеріально-технічним і кадровим забезпеченням, корисним психологічним кліматом у колективі.

Нестійкий стан характеризується збоями у ході виробничого процесу, неритмічним випуском продукції і незадовільним попитом на неї тощо.

Розглядаючи підприємство як складну систему, необхідно відзначити також, що підприємство є цілеспрямованою системою, яка прагне до досягнення найбільш переважних станів [9].

При дослідженні підприємства як соціально-економічної системи дуже важливо забезпечити єдність функціонального (поведінкового) і структурного підходу. Виходячи з цілей дослідження цієї складної системи, необхідно розглядати дві її складові: власне систему (підприємства) і зовнішнє середовище, в якому функціонує дана система.

Зовнішнє середовище – це сукупність активних господарюючих суб'єктів, економічних, суспільних і природних умов, національних і міждержавних інституційних структур й інших зовнішніх умов і чинників, що діють в оточенні підприємства і впливають на різні сфери його діяльності.

Зовнішнє середовище поділяють на дві складові:

– мікросередовище – середовище прямого впливу на підприємство, яке створюють постачальники матеріально-технічних ресурсів, споживачі продукції (послуг) підприємства, торговельні і маркетингові посередники, конкуренти, державні органи, фінансово-кредитні установи, компанії страхування;

– макросередовище – середовище непрямого впливу на підприємство. Воно включає природне, демографічне, науково-технічне, економічне, екологічне, політичне і міжнародне середовища.

Підприємство повинно обмежувати негативні дії зовнішніх чинників, що найбільш істотно впливають на результати його діяльності, або навпаки – більш повно використовувати сприятливі можливості. Мікросередовище представлено силами, що мають безпосереднє відношення до підприємства і його підприємницьких можливостей, тобто постачальниками, клієнтами, маркетинговими посередниками, конкурентами і контактними аудиторіями – організаціям, що виявляють реальний або потенційний інтерес до підприємства, або впливають на його здатність досягати поставлені цілі.

У макросередовищі підприємства діє значно більша кількість чинників, ніж у мікросередовищі. Їм властива багатоваріантність, невизначеність і непередбачуваність наслідків.

Природні чинники. Для природного середовища характерними є дефіцит певних видів сировини, дорожчання енергоносіїв і посилення втручання держави у процес раціонального використання і відтворення природних ресурсів.

Демографічні чинники. Для демографічного середовища України характерні: збільшення смертності, зниження народжуваності, старіння населення, зростання числа службовців. Сучасний рівень народжуваності – один з найнижчих серед нових незалежних держав в Європі. Зниження народжуваності зменшує потребу в товарах на демографічних ринках (дитячих, підліткових, молодіжних. Це змушує підприємства пристосовувати свою діяльність для задоволення потреб людей середнього, передпенсійного і пенсійного віку.

Зміна структури населення за віковими групами призвела до скорочення трудового потенціалу, оскільки у працездатному віці у багатьох регіонах України опинилася менша частина населення. Це вимагає від підприємств розробки стратегії економії живої праці шляхом техніко-технологічного переозброєння, підвищення рівня механізації і автоматизації виробничих процесів.

Науково-технічні чинники. Науково-технічний прогрес відіграє визначальну роль у розвитку та інтенсифікації промислового виробництва. Він охоплює фундаментальні і теоретичні дослідження, прикладні дослідження, конструкторсько-технологічні розробки, створення зразків нової техніки, її освоєння і промислове виробництво, а також впровадження нової техніки у господарство. Відбувається оновлення матеріально-технічної бази промислових підприємств, росте продуктивність праці, підвищується ефективність виробництва.

Економічні чинники. До основних чинників цього середовища належать зростання і спад промислового виробництва, рівень і темпи інфляції, коливання курсу гривні щодо валют інших держав, система оподаткування і кредитування, попит і пропозиція на ринку, платоспроможність контрагентів, рівень і динаміка цін, безробіття тощо.

Екологічні чинники. Для цього середовища характерні зростання забруднення навколишнього середовища і посилення втручання у процес раціонального використання і відтворення природних ресурсів, посилення державного контролю над якістю і безпекою товарів. Сьогодні дві третини території України охоплено гострою екологічною кризою. Щорічно втрати від неефективного природокористування становлять від 15 до 20% національного доходу. Це вказує на необхідність встановлення гармонійних взаємостосунків підприємств і природи. Потрібно максимально враховувати природні умови і ресурси, інші компоненти при проектуванні й функціонуванні підприємств, домагатися забезпечення економічної рівноваги у виробничій і соціальній діяльності та відтворенні природного середовища.

Політичні чинники. На виробничій і соціальній діяльності підприємства позначаються події, що відбуваються у політичному середовищі: законодавче регулювання підприємницькою діяльністю, підвищення вимог з боку державних установ, що стежать за дотриманням законів. Раптові зміни у політичній ситуації у країні можуть призвести до зміни умов господарювання, до підвищення ресурсних витрат, втрати прибутку.

Міжнародні чинники. До них можна віднести інтернаціоналізацію світової економіки, зміну вартості твердих валют на світовому ринку, зростання економічної потужності окремих держав, становлення міжнародної фінансової системи, відкриття нових крупних ринків тощо. Вони впливають більшою мірою на підприємства, що здійснюють зовнішньоекономічну діяльність.

Через це важливою якістю підприємства є адаптація, що може виявлятися як саморегулювання, самонавчання, самоорганізація та самовдосконалення. При саморегулюванні система реагує на зміни середовища жорстко встановленими спеціальною програмою заходами та діями. Самонавчання системи означає її здатність змінювати програми реагування. При самоорганізації система змінює не тільки програму реагування, а й свою внутрішню структуру. Системи, що самовдосконалюються, можуть перебудувати

свою структуру не тільки у межах заданого набору елементів, але й шляхом розширення цього набору.

Висновки

Узагальнюючи, можна відзначити дві особливості підприємства як складної системи.

Перша особливість полягає у тому, що підприємство – це відкрита система, яка може існувати лише за умови активної взаємодії з навколишнім середовищем. Підприємство одержує з проміжного та загального зовнішнього середовища основні фактори виробництва та перетворює їх на виходи (товари, послуги, інформацію, відходи) у зовнішнє середовище. При цьому умовою життєздатності системи є вигідний обмін входу-виходу.

Другою особливістю є те, що підприємство як система являє собою штучну систему, створену людиною заради її власних інтересів, перш за все спільною працею. Тому очевидною характеристикою будь-якого підприємства є поділ праці.

Системний підхід дозволяє комплексно оцінити будь-яку виробничо-господарську діяльність та діяльність системи управління на рівні конкретних характеристик, допомагає здійснювати аналіз визначеної ситуації в межах окремої системи, виявляти характер проблем входу, процесу та виходу. Застосування системного підходу дозволяє найкращим чином організовувати процес прийняття рішень на всіх рівнях у системі управління.

Системний аналіз дозволяє продемонструвати доцільність створення або удосконалення організації, визначити, до якого класу складності вона відноситься, продемонструвати найбільш ефективні методи наукової організації праці, що було використано раніше. Кінцевою метою такого дослідження є розробка та впровадження обраної бізнес-моделі та моделі системи управління розвитком.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Репин В.В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление / Репин В.В. – М.: Манн, Иванов и Фебер, 2013. – 480 с.
2. Юдин Э.Г. Системный подход и принцип деятельности: методологические проблемы современной науки / Юдин Э.Г.; АН СССР, Институт истории естествознания и техники. – М.: Наука, 1978. – 378 с.
3. Друкер П.Ф. Эффективное управление предприятием / Друкер П.Ф. – Вильямс, 2008. – 224 с.
4. Системный анализ в экономике и организации производства / С.А. Валуев, В.Н. Волкова, А.В. Игнатъева [и др.]. – СПб.: Политехника, 1999. – 137 с.
5. Черняк Л. Архитектура систем по Захману / Л. Черняк // Открытые системы. – 2001. – № 12. – С. 28, 29.
6. Блауберг И.В. Становление и сущность системного подхода / И.В. Блауберг, Э.Г. Юдин. – М., 1973. – 312 с.
7. Бир С. Т. Кибернетика и менеджмент / Бир С.Т.; пер. с англ. В.Я. Алтаева; под ред. А.Б. Челюсткина. – [изд. 2-е]. – М.: «КомКнига», 2006. – 280 с.
8. Берталанфи Л. История и статус общей теории систем / Л. Берталанфи // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. – М.: Наука, 1973. – С. 20 – 37.
9. Згуровский М.З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова. – К.: Наукова думка, 2005. – 743 с.

Стаття надійшла до редакції 21.07.2014

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ
INFORMATION TECHNOLOGY IN ECONOMY

УДК 330.362:338.26

Автоматизація формування і ведення інформаційної бази даних для дослідження дисбалансних процесів в економіці країни / Кузьменко В.М., Карпець Е.П. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 9 – 16.

Описано методи та алгоритми формування бази даних для моделювання дисбалансних процесів в економіці України. З цією метою було застосовано математичний апарат таблиць «витрати-випуск», як окремих модулів системи прогнозування макроекономічних показників.

УДК 330.362:338.26

Автоматизация формирования и ведения информационной базы данных для исследования дисбалансных процессов в экономике страны / Кузьменко В.Н., Карпець Э.П. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 9 – 16.

Описаны методы и алгоритмы формирования базы данных для моделирования дисбалансных процессов в экономике Украины. С этой целью применены математический аппарат таблиц «затраты-выпуск», как отдельный модуль системы прогнозирования макроэкономических показателей.

UDC 330.362:338.26

Automation of formation and conducting of information data base for research of disbalanced processes in Ukraine economy / Kuzmenko V., Karpets E. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 9 – 16.

The methods and algorithms of database formation for modeling of unbalanced processes in Ukraine economy were described. for this purpose the mathematic method of tables Input-Output, as a separate module of the system for macroeconomic indicators' prognosis was applied.

УДК 004.02; 004.6

Інформаційні технології управління соціальним розвитком сіл в Україні / Рогожин О.Г. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 17 – 25.

У статті розглянуто досвід розробки комплексних цільових програм розвитку соціальної інфраструктури села в Україні у 1970–1980-х рр. Акцентовано на реалізації інформаційної підтримки цього процесу засобами суцільної соціальної паспортизації сіл із створенням відповідного банку даних на ЕОМ. Визначено напрями використання цього досвіду в сучасних умовах.

УДК 004.02; 004.6

Информационные технологии управления социальным развитием сел в Украине / Рогожин О.Г. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 17 – 25.

В статье рассмотрен опыт разработки комплексных целевых программ развития социальной инфраструктуры сел в Украине в 1970–1980-х гг. Акцентировано на реализации информационной поддержки этого процесса средствами сплошной социальной паспортизации сел с созданием соответствующего банка данных на ЭВМ. Определены направления использования этого опыта в современных условиях.

UDC 004.02; 004.6

Information technology social development management of villages in Ukraine / Rogozin O.G. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 17 – 25.

The article highlights the experience of complex social infrastructure directed programs developed in Ukraine countryside in 1970–1980th. It is accented on the informative support of this activities with the means of continuous social monitoring in villages and corresponding computer data bank creation. The directions of this experience utilization in modern conditions is determined.

УДК 65.011.56

Автоматизация управления предприятиями с целью создания системы стратегического управления национальной экономикой / Ведута О.М., Галаев В.О., Игнатъева Н.Г. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 26 – 32.

В статті розглядаються питання автоматизації управління підприємствами на базі Єдиної комплексної регламентної автоматизованої системи управління будівельним підприємством – Системи SW. Система SW є інноваційним високотехнологічним програмним продуктом, який створено на основі наукових розробок у таких розділах математики, як дослідження операцій і системи управління базами даних, та не має аналогів серед програмних комплексів, що представлені на сьогодні на ринку програмного забезпечення для будівельних організацій.

УДК 65.011.56

Автоматизация управления предприятиями с целью создания системы стратегического управления национальной экономикой / Ведута Е.Н., Галаев В.А., Игнатъева Н.Г. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 26 – 32.

В статье рассматриваются вопросы автоматизации управления предприятиями на базе Единой комплексной регламентной автоматизированной системы управления строительным предприятием – Системы SW. Система SW является инновационным высокотехнологичным программным продуктом, созданным на базе научных разработок в таких разделах математики, как исследование операций и системы управления базами данных, и не имеет аналогов среди программных комплексов, представленных на сегодняшний день на рынке программного обеспечения для строительных организаций.

UDC 65.011.56

Automation of enterprise management with the aim of creating a system of strategic management of national economy / Veduta E.N., Galaev V.A., Ignateva N.G. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 26 – 32.

The article deals with questions of automation of business management on the basis of a Single scheduled comprehensive automated management system of construction company – System SW. The SW is an innovative high-tech software product. SW was created on the basis of scientific developments in the areas of mathematics such as operations research and database management systems. It has no analogues among software systems presented today in the software market for construction companies.

УДК 004.942

Забезпечення життєздатності інформаційних технологій управління техногенною безпекою при їх адаптації / Кряжич О.О. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 33 – 39.

У статті представлений аналіз можливостей щодо забезпечення життєздатності інформаційних технологій управління техногенною безпекою при їх адаптації до умов реального часу. Наведена спрощена модель такої життєздатної системи. Розглянута можливість застосування методу Дж. Зойтендейка до створення алгоритмів адаптації інформаційних технологій управління. Зроблені висновки з окресленням подальших напрямів дослідження означеної теми.

УДК 004.942

Обеспечение жизнеспособности информационных технологий управления техногенной безопасностью при их адаптации / Кряжич О.А. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 33 – 39.

В статье представлен анализ возможностей в отношении обеспечения жизнеспособности информационных технологий управления техногенной безопасностью при их адаптации к условиям реального времени. Представлена упрощенная модель такой жизнеспособной системы. Рассмотрена возможность применения метода Дж. Зойтендейка для создания алгоритмов адаптации

информационных технологий управления. Сделаны выводы с представлением дальнейших направлений исследования данной темы.

UDC 004.942

The viability of information technology in their adaptation for management technological safety / Kryazhych O.O. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 33 – 39.

The analysis of opportunities for maintenance VSM for information technologies is submitted in the article. It is necessary for adaptation at change of conditions of real time. The VSM-model of such viable system is submitted. The opportunity of application of a method G. Zoutendijk for creation of algorithms of adaptation of information technologies of management technogenic by safety is considered.

УДК 681.518.3:528

Геоінформаційні системи і системи дистанційного зондування Землі в задачах ефективного землекористування / Зацерковний В.І. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 40 – 48.

Проведено обґрунтування необхідності впровадження геоінформаційних технологій (ГІТ) для задач ефективного землекористування. Наведено причини неефективного землекористування. Проаналізовано можливості використання геоінформаційних систем (ГІС) як одного з найбільш перспективних напрямків підвищення ефективності землекористування. Представлена функціональна схема АгроГІС, яка дає змогу використовувати складні багатовимірні й багатокритеріальні моделі при дослідженні процесів землекористування та оцінці негативних наслідків антропогенного впливу.

УДК 681.518.3:528

Геоинформационные системы и системы дистанционного зондирования Земли в задачах эффективного землепользования / Зацерковный В.И. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 40 – 48.

Осуществлено обоснование необходимости внедрения геоинформационных технологий для решения задач эффективного землепользования. Наведены причины неэффективного землепользования. Проанализированы возможности использования геоинформационных систем (ГИС), как одного из наиболее перспективных направлений повышения эффективности землепользования. Представлена функциональная схема АгроГИС, которая дает возможность использовать сложные многомерные и многокритериальные модели при исследовании процессов землепользования и оценки негативных последствий антропогенного воздействия.

UDC 681.518.3:528

Geographic information systems and Remote sensing in the task of efficient land use / Zacerkovnyi V.I. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 40 – 48.

The substantiation study was conducted to justify the necessity of introduction of geo-information technologies (GIT) for effective land use tasks. The reasons of ineffective land use are demonstrated. The opportunities of geo-information system (GIS) use as one of the most promising direction to increase land use efficiency were analyzed. The ArgoGIS functional scheme is presented; this system provide an opportunity to use complicated multi-factor and multi-criteria models for land use processes exploration and for evaluation of negative influence of anthropogenic impact.

МАТЕМАТИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ MATHEMATICAL AND INFORMATIONAL MODELS IN ECONOMY

УДК 519.246.8

Розгляд конкретного випадку аналізу фондового індексу WIG20 / Котира В., Крайка А. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 49 – 62.

У представлений роботі коротко наведені методи аналізу часових рядів. Ці методи дозволяють розробити різноманітні моделі часових рядів (розкладання, ARIMA, метод Фур'є, експонентне

згладжування та GARCH). Точність отриманих моделей можна перевірити за допомогою нев'язок (невеликі відхилення, стаціонарні, корелювання та некорелювання) або шляхом верифікації прогнозів (це не представлено у даному дописі). Також не розглядаються багато методів інтелектуального аналізу даних, які можуть бути застосовані до фондового індексу часових рядів, наприклад, нейронні мережі та генетичні алгоритми.

УДК 519.246.8

Разбор конкретного случая анализа фондового индекса WIG20 / Котыра В., Крайка А. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 49 – 62.

В данной работе коротко представлены методы анализа временных рядов. Эти методы позволяют разработать различные модели временных рядов (разложение, ARIMA, метод Фурье, сглаживание по экспоненте и GARCH). Точность полученных моделей можно проверить с помощью невязок (небольшие отклонения, стационарные, коррелированные и некоррелированные) или путем верификации прогнозов (что не будет здесь представлено). Мы опускаем также множество методов интеллектуального анализа данных, которые могут быть применены к фондовому индексу временных рядов, такие как нейронные сети и генетические алгоритмы.

UDC 519.246.8

The analysis of WIG20 stock index in R: a case study / Kotyra В., Krajka А. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 49 – 62.

In this short note we would like to show the basic methods of analyzing time series. This methods leads us to the different models of time series (decomposition, ARIMA, Fourier techniques, exponentially smoothing and GARCH). The correctness of the models obtained may be verified by behavior of residuals (small variance, stationary, uncorrelated, normally distributes) or by verifying the predictions. This second method not will be discussed here. We omit the lot of data mining methods, which may be applied to the stock index time series, such as neural networks and genetic algorithms.

УДК 330.341.4

Деякі аспекти моделювання сталого соціального розвитку / Полумієнко С. К. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 63 – 71.

Розглядаються соціальні фактори становлення сталого розвитку в умовах інформаційного суспільства. Визначаються його сучасні концепції та тенденції, можливості та проблеми реалізації сталого соціального розвитку. Побудована загальна теоретико-ігрова модель сталого соціального розвитку.

УДК 330.341.4

Некоторые аспекты моделирования устойчивого социального развития / Полумиенко С.К. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 63 – 71.

Рассматриваются социальные факторы становления устойчивого развития в условиях информационного общества. Определяются его современные концепции и тенденции, возможности и проблемы реализации устойчивого социального развития. Построена общая теоретико-игровая модель устойчивого социального развития.

UDC 330.341.4

Some aspects of the sustainable social development modeling / Polumiienko S.K. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 63 – 71.

We consider the social factors of sustainable development formation in the information society. There are considered its current concepts and trends, opportunities and challenges of sustainable social development, general game-theoretical model of sustainable social development.

УДК 004.942

Індуктивне моделювання ризиків збитків від руйнівних повеней в басейні р. Тиса за емпіричними даними з використанням моделей регресійного типу / Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д., Стефанишин Д.В., Трофимчук О.М. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 72 – 79.

За даними рядів динаміки значень збитків від руйнівних повеней в басейні р. Тиса та максимальних витрат води р. Тиса, що визначалися на гідрометричному посту Вилок, розглянуто задачу індуктивного моделювання ризиків збитків як добутоків збитків та ймовірностей перевищення максимальних витрат води з використанням моделей регресійного типу.

УДК 004.942

Индуктивное моделирование рисков убытков от разрушительных половодий в бассейне р. Тиса по эмпирическим данным с использованием моделей регрессионного типа / Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д., Стефанишин Д.В., Трофимчук А.Н. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 72 – 79.

На основе динамических рядов убытков от разрушительных половодий в бассейне р. Тиса и максимальных расходов воды р. Тиса, которые определялись на гидрометрическом посту Вилок, рассмотрено задачу индуктивного моделирования рисков убытков как произведений убытков и вероятностей превышения максимальных расходов воды с использованием моделей регрессионного типа.

UDC 004.942

Inductive modeling the risks of losses of devastating floods in the basin of river Tisza on empirical data using the regression type models / Stefanyshyna Yu.D., Stefanyshyn D.V., Trofymchuk O.M. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 72 – 79.

According to the time series of values of losses of devastating floods in the basin of Tisza and maximum water discharges of the river Tisza, which were identified on the hydrometric post of Vylok, the problem of inductive modeling the risks of losses as products of damage and probability of exceeding the maximum water discharge using the regression type models was examined.

УДК 342.1:338.45.003.5

Перспективи застосування математичних методів для здійснення оцінки ефективності управління об'єктами публічної власності в Україні / Устименко В.А., Кременовська І.В. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 80 – 88.

Статтю присвячено обґрунтуванню необхідності запровадження єдиних підходів до оцінювання ефективності управління всіма об'єктами права публічної власності. Аргументовано, що скорочення державного та комунального сектору економіки, що відбувається протягом останніх років, справляє негативний вплив на стан забезпечення економічного суверенітету держави. На основі аналізу положень чинного законодавства виявлено низку протиріч і недоліків. Показано переваги застосування математичних методів і на окремих практичних прикладах та запропоновано їх можливе використання.

УДК 342.1:338.45.003.5

Перспективы использования математических методов для проведения оценки эффективности управления объектами публичной собственности в Украине / Устименко В.А., Кременовская И.В. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 80 – 88.

Статья посвящена обоснованию необходимости внедрения единых подходов к оценке эффективности управления всеми объектами права публичной собственности. Аргументировано, что сокращение государственного и коммунального сектора экономики, происходящее в последние годы, оказывает негативное влияние на состояние обеспечения экономического суверенитета государства. На основе анализа положений действующего законодательства выявлен ряд противоречий и недостатков. Показаны преимущества применения математических методов и предложено их возможное использование.

UDC 342.1:338.45.003.5

Prospects for the use of mathematical methods to assess the effectiveness of management of objects of public property in Ukraine / Ustimenko V.A., Kremenovska I.V. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 80 – 88.

Article seeks to substantiate the need for the introduction of common approaches to evaluating the effectiveness of the management of all objects of the right of public property. Argued that the reduction of state and municipal sector, occurring in recent years, has a negative impact on the provision of economic

sovereignty of the state. The advantages of the application of mathematical methods and on some practical examples suggested their possible use to assess the performance of the business entities of various forms of ownership.

УДК 519.8

Ентропійна модель Вільсона для міжрегіональних зв'язків Далекого Сходу Росії / Величко А.С. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 89 – 98.

У статті розглядається моделювання міжрегіональних зв'язків, що розуміються, як інтенсивність торгівельних потоків. На основі підходу ентропійного моделювання, який був запропонований А. Дж. Вільсоном для складних систем в умовах неповної інформації, формулюється задача умовної нелінійної оптимізації. Підхід, що пропонується, застосовано до системи регіонів Далекого Сходу Росії на основі доступної статистичної інформації Росстату.

УДК 519.8

Энтропийная модель Вильсона для межрегиональных связей Дальнего Востока России / Величко А.С. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 89 – 98.

В статье рассматривается моделирование межрегиональных связей, понимаемых как интенсивность торговых потоков. На основе подхода энтропийного моделирования, предложенного А. Дж. Вильсоном для сложных систем в условиях неполноты информации, формулируется задача условной нелинейной оптимизации. Предлагаемый подход применяется к системе регионов Дальнего Востока России на основе доступной статистической информации Росстата.

UDC 519.8

Entropy model of Wilson for interregional relations of the Far East regions of Russia / Velichko A.S. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 89 – 98.

The modeling of interregional relations as the intensity of trade flows is submitted in the article. On the basis of entropy modeling approach proposed by Wilson for complex systems with incomplete information a constrained nonlinear optimization problem is formulated. The proposed approach is applied to the system of the Far East regions of Russia on the basis of available Rosstat statistical data.

УДК 330.34

Оптимальный розподіл малим підприємством взятого кредиту на можливі види діяльності / Добуляк Л. П., Цегелик Г. Г. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 99 – 105.

У статті запропонований алгоритм такого розподілу кредитних коштів підприємством, який забезпечує максимальний прибуток у випадку, якщо підприємство має можливість займатися декількома видами діяльності. Для ілюстрації роботи алгоритму наведено приклад.

УДК 330.34

Оптимальное распределение малым предприятием взятого кредита на возможные виды деятельности / Добуляк Л. П., Цегелик Г. Г. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 99 – 105.

В статье предложен алгоритм такого распределения кредитных средств предприятием, который обеспечивает максимальную прибыль в случае, если предприятие имеет возможность заниматься несколькими видами деятельности. Для иллюстрации работы алгоритма приведен пример.

UDC 330.34

Optimal distribution available credit to possible activities for small enterprises / Dobuliak L. P., Tsehelyk H. H. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 99 – 105.

In article considered an algorithm of such a distribution of credit that provides the maximum profit if the company has the opportunity to engage in several activities. The example illustrates this algorithm.

АНАЛІЗ, ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ ANALYSIS, EVALUATION AND FORECASTING IN ECONOMY

УДК 519.2: 330.43

Робастність прогнозування авторегресійних часових рядів на основі малопараметричних моделей / Харін Ю.С., Сталевська С.М. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 106 – 114.

У статті розроблена нова малопараметрична модель авторегресії порядку s з r частковими зв'язками $AR(s,r)$, побудована оцінка максимальної правдоподібності параметрів моделі $AR(s,r)$, розглянуто її властивості. Для часових рядів малої тривалості спостереження показано перевагу використання моделі $AR(s,r)$ в порівнянні з класичною повною моделлю. Представлені результати комп'ютерних експериментів на модельних і реальних економіко-статистичних даних.

УДК 519.2: 330.43

Робастность прогнозирования авторегрессионных временных рядов на основе малопараметрических моделей / Харин Ю.С., Сталевская С.Н. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 106 – 114.

В статье предложена новая малопараметрическая модель временного ряда – авторегрессия порядка s с r частичными связями $AR(s,r)$, построена оценка максимального правдоподобия параметров модели $AR(s,r)$, исследованы ее свойства. Для временных рядов малой длительности наблюдения показано преимущество использования модели $AR(s,r)$ по сравнению с классической полной моделью при прогнозировании будущих значений временного ряда. Представлены результаты компьютерных экспериментов на модельных и реальных экономико-статистических данных.

UDC 519.2: 330.43

Robustness of forecasting based on the small parameters autoregressive time series models / Kharin Yu.S., Staleuskaya S.N. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 106 – 114.

This paper is devoted to new small-parametric model of time series – autoregressive model of order s with r partial connections $AR(s, r)$, the maximum likelihood estimator is constructed for parameters of the $AR(s, r)$ -models, its properties are analyzed. The advantages of this model $AR(s, r)$ for short-duration time-series are showed in comparison with classical full model $AR(s)$ for statistical forecasting of future values. Results of computer experiments are presented for simulated and economic time series.

УДК 332.01

Моделі просторової економіки: генезис, сучасний стан, перспективи / Суслов В.І. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 115 – 123.

Надано короткий огляд відомих з початку XIX ст. моделей просторової економіки з особливим акцентом на моделі А.Г. Гранберга, що використовуються у ІЕОПВ СВ РАН понад 40 років. Показані напрямки подальшого розвитку цих моделей, рух за якими передбачено здійснити у межах одного дослідницького проекту. Найважливіші з них: проектний підхід, системи управління базами даних, геоінформаційні системи, агентно-орієнтоване моделювання, ГІС.

УДК 332.01

Модели пространственной экономики: генезис, современное состояние, перспективы / Суслов В.И. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 115 – 123.

Дан краткий обзор известных с начала XIX в. моделей пространственной экономики с особым акцентом на модели А.Г. Гранберга, используемые в ИЭОПВ СО РАН в течение более 40 лет. Показаны направления дальнейшего развития этих моделей, движение по которым предполагается осуществить в рамках данного исследовательского проекта. Важнейшие из них: проектный подход, системы управления базами данных, геоинформационные системы, агентно-ориентированное моделирование, супервычисления.

UDC 332.01

The model the spatial economy: the Genesis of the modern state and prospects / Suslov V.I. // *Mathematical modelling in economy*. – 2014. – №1. – P. 115 – 123.

A brief review of known from the beginning of the nineteenth century models of the spatial economy with special emphasis on the Granberg's model used in IEIE SB RAS for more than 40 years. Directions of further development of these models, the movement which is supposed to be implemented in the framework of this research project. The most important of them: the project approach, database management system, geographic information systems, agent-oriented modeling, supercomputing.

УДК 65.01, 656.078

Рівноважний аналіз північних транспортних коридорів Азія-Європа / Нурмінський Є. О. // *Математичне моделювання в економіці*. – 2014. – №1. – С. 124 – 133.

В роботі розглянута модель транспортної потокової рівноваги для основних залізничних маршрутів, що поєднують Північно-Східну Азію з Європою. Особлива увага приділена перспективам завантаження Транссибірської магістралі в конкурентній ситуації з іншими маршрутами.

УДК 65.01, 656.078

Равновесный анализ северных транспортных коридоров Азия-Европа / Нурминский Е.А. // *Математическое моделирование в экономике*. – 2014. – №1. – С. 124 – 133.

В работе рассмотрена модель транспортного потокового равновесия для основных железнодорожных маршрутов, соединяющих Северо-Восточную Азию с Европой. Особое внимание уделено перспективам загрузки Транссибирской магистрали в конкурентной ситуации с другими маршрутами.

UDC 65.01, 656.078

Equilibrium analysis of the Northern transport corridor between Asia-Europe / Nurminskiy E.A. // *Mathematical modelling in economy*. – 2014. – №1. – P. 124 – 133.

The transportation equilibrium model for major railways connecting North-East Asia and Europe is considered. The special attention is given to forecasts of transit flow on Transsiberian railway under competition with the other routes.

УДК 330.4

Рівень наукоємності ВВП як фактор економічного розвитку / Лебеда Т.Б. // *Математичне моделювання в економіці*. – 2014. – №1. – С. 134 – 142.

Досліджено місце і роль науки в Україні у контексті її впливу на макроекономічну динаміку та розвиток інноваційних процесів. Проведено міжкраїнні порівняння щодо розвитку наукової діяльності та рівня її економічної результативності. Здійснено економіко-математичну оцінку впливу рівня наукоємності ВВП на макродинаміку в Україні.

УДК 330.4

Уровень наукоёмкости ВВП как фактор экономического развития / Лебеда Т.Б. // *Математическое моделирование в экономике*. – 2014. – №1. – С. 134 – 142.

Исследованы место и роль науки в Украине в контексте ее влияния на макроэкономическую динамику и развитие инновационных процессов. Проведены межстрановые сравнения относительно развития научной деятельности и уровня ее экономической результативности. Осуществлена экономико-математическая оценка влияния уровня наукоёмкости ВВП на макродинамику в Украине.

UDC 330.4

GDP research intensity level as a factor of economic development / Lebeda T.B. // *Mathematical modelling in economy*. – 2014. – №1. – P. 134 – 142.

It was researched the place and role of science in Ukraine in context of its influence on macroeconomic dynamics and innovation processes development. It was made a comparison between countries of the world concerning science activity development and level of its economic performance. It was made economic-

mathematical evaluation of influence of the GDP research intensity level on the GDP macrodynamics in Ukraine.

УДК 515.1

Оцінка ризику яке основа стратегії управління безпекою гідротехнічних споруд / Качинський А.Б., Агаркова Н.В. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 143 – 158.

Розглянуто сучасні наукові концепції техногенної безпеки, загальний підхід до оцінки ризику на гідротехнічних спорудах. Зазначено, що основою наукових досліджень техногенної безпеки гідроспоруд є поняття ризику, пов'язаного з даною технологією, і прийняттого рівня ризику, зумовленого економічними та соціальними чинниками. Від визначення прийняттого рівня безпеки значною мірою залежать темпи та масштаби політичних, економічних і соціальних перетворень, безпека людини, суспільства, держави та довкілля.

УДК 515.1

Оценка риска как основа стратегии управления безопасностью гидротехнических сооружений / Качинский А.Б., Агаркова Н.В. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 143 – 158.

Рассмотрены современные научные концепции техногенной безопасности, общий подход к оценке риска на гидротехнических сооружениях. Отмечено, что основой научных исследований техногенной безопасности гидросооружений является понятие риска, связанного с данной технологией, и приемлемого уровня риска, обусловленного экономическими и социальными факторами. От определения приемлемого уровня безопасности в значительной степени зависят темпы и масштабы политических, экономических и социальных преобразований, безопасность человека, общества, государства и окружающей среды. Для оценки риска разрушения гидросооружений предлагается метод, использующий классификацию категорий и степеней реализации и последствий угрозы разрушения гидросооружений.

UDC 515.1

Risk assessment as a basis for a management strategy safety of hydraulic structures / Kachinskiy A.B., Agarkova N.V. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 143 – 158.

The modern scientific concept of technogenic safety, the General approach to risk assessment on the waterworks. Noted that the basis of scientific research technological safety of hydraulic structures is the concept of risk associated with this technology, and an acceptable level of risk presented by economic and social factors. From determining an acceptable level of security largely depend on the pace and scope of political, economic and social change, security of the person, society, state and environment. To assess the risk of destruction of hydraulic structures, a method that uses the definition of categories and degrees of implementation and consequences of threat of destruction of hydraulic structures.

УДК 519.862 +519.816

Дослідження підприємства за допомогою системного підходу / Лисецький Ю.М. // Математичне моделювання в економіці. – 2014. – №1. – С. 159 – 166.

Розглянуто питання дослідження підприємств за допомогою системного підходу. Описано системні принципи та особливості їх застосування щодо економічних процесів. Сформульована програма системного аналізу підприємства як соціально-економічної системи. Наведено модель підприємства як відкритої системи.

УДК 519.862 +519.816

Исследование предприятия с помощью системного подхода / Лисецкий Ю.М. // Математическое моделирование в экономике. – 2014. – №1. – С. 159 – 166.

Рассмотрен вопрос исследования предприятий с помощью системного подхода. Описаны системные принципы и особенности их применения относительно экономических процессов. Сформулирована программа системного анализа предприятия как социально-экономической системы. Приведена модель предприятия как открытой системы.

UDC 519.862 +519.816

The research enterprise by using a systematic approach / Lisetskyi Yu.M. // Mathematical modelling in economy. – 2014. – №1. – P. 159 – 166.

The issue of enterprise research using systems approach has been considered. Systems principles and peculiarities of their application to economic processes have been described. A program of systems analysis of enterprise as a social and economic system has been formulated. A model of enterprise as an open system has been demonstrated.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Агаркова Наталія Володимирівна – науковий співробітник, відділ природних ресурсів, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України.

Ведута Елена Николаевна – російський економіст-кібернетик, доктор економічних наук, професор МГУ. Один из руководителей «Научной школы стратегического планирования Н.И. Ведуты».

Величко Андрей Сергеевич – кандидат физико-математических наук, доцент, научный сотрудник Института автоматизации и процессов управления ДВО РАН (ИАПУ ДВО РАН), Владивосток. Область научных интересов: численные методы оптимизации, задачи большой размерности, суперкомпьютерные и параллельные вычисления; межотраслевые и межрайонные модели региональной экономики; модели исследования операций в корпоративных финансах и менеджменте; эконометрическое моделирование и многомерный статистический анализ микро- и макроэкономических процессов.

Галаев Владимир Алексеевич – руководитель проекта «Система SW», SW лаборатория, Российская Федерация.

Довгий Станіслав Олексійович – член-кореспондент НАН України, академік НАПН України, доктор фізико-математичних наук, професор, директор Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Президент Малої академії наук України.

Добуляк Леся Петрівна – Львівський національний університет ім. Івана Франка, факультет прикладної математики та інформатики, кафедра математичного моделювання соціально-економічних процесів, асистент кафедри.

Зацерковний Віталій Іванович – доктор технічних наук, професор кафедри аерокосмічної геодезії Національного авіаційного університету. Сфера наукових інтересів: системний аналіз, геоінформаційні системи і технології, дистанційне зондування Землі. Автор понад 145 наукових і методичних праць, у числі яких 4 монографії, 1 навчальний посібник, 11 патентів.

Игнатъева Наталья Григорьевна – директор проекта «Система SW», SW лаборатория, Российская Федерация. Основная сфера научных интересов: Исследование операций в области управления предприятиями. Теория и решение построения СУБД. Создание реальной Единой

комплексной регламентной автоматизированной системы управления предприятием. Разработка теоретических основ комплексного регламентного управления предприятием.

Карпець Елеонора Петрівна – Інститут кібернетики НАН України, старший науковий співробітник відділу «Економічної кібернетики», кандидат економічних наук.

Качинський Анатолій Броніславович – доктор технічних наук, професор, Національний інститут стратегічних досліджень при Президентові України.

Kotyra Bartłomiej – Maria Curie-Skłodowska University, Lublin, Poland.

Копійка Олег Валентинович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, проректор з наукової роботи Державного університету телекомунікацій.

Кременовська Ірина Володимирівна – кандидат юридичних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу проблем модернізації господарського права та законодавства Інституту економіко-правових досліджень НАН України (м. Київ).

Andrzej Krajka – PhD, DSc, Associate Professor, Department of Modelling and Computer Simulations, Institute of Computer Science, Faculty of Mathematics, Physics and Computer Science, Maria Curie-Skłodowska University, Lublin, Poland.

Кряжич Ольга Олександрівна – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України.

Кузьменко Віктор Миколайович – Інститут кібернетики НАН України, старший науковий співробітник відділу «Економічної кібернетики», кандидат фізико-математичних наук.

Лебеда Тетяна Борисівна – кандидат економічних наук, провідний науковий співробітник ДУ «Інститут економіки і прогнозування НАН України», Київ.

Лебідь Олексій Григорович – заступник директора з загальних питань Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України. Кандидат технічних наук.

Лисецький Юрій Михайлович – кандидат технічних наук, докторант Інституту проблем математичних машин і систем НАН України. Сфера

наукових інтересів: проблеми прийняття рішень і управління в технічних і економічних системах, математичні методи, моделі і технології дослідження складних систем, інформаційні технології підтримки прийняття рішень, проблемно і функціонально-орієнтовані комп'ютерні системи та мережі.

Нурминский Евгений Алексеевич – доктор фізико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией суперкомпьютерных технологий ИАПУ ДВО РАН. Сфера научных интересов: теория и вычислительные методы решения экстремальных задач, параллельные и распределенные вычисления, информационные системы.

Полумієнко Сергій Костянтинівич – доктор фізико-математических наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу прикладної інформатики Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України.

Рогожин Олексій Григорович – доктор економічних наук, провідний науковий співробітник. Основний науковий напрямок роботи в рамках Інституту – розробка та впровадження інформаційних та комунікаційних технологій для охорони навколишнього природного середовища та вирішення завдань раціонального використання природних ресурсів.

Сталевская Светлана Николаевна – кандидат фізико-математических наук, доцент кафедри математического моделирования и анализа данных Белгосуниверситета.

Стефанишин Дмитро Володимирович – доктор технічних наук, провідний науковий співробітник, професор кафедри гідротехнічних споруд Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП), м. Рівне. Сфера наукових інтересів: моделювання і прогнозування

поведінки складних систем за даними спостережень, дослідження ризику в природокористуванні, управління складними системами в умовах ризику та невизначеності.

Стефанишина-Гаврилюк Юлія Дмитрівна – аспірант, сфера наукових інтересів: моделювання і прогнозування поведінки складних систем за даними спостережень, дослідження ризику в природокористуванні, управління складними системами в умовах ризику та невизначеності.

Суслов Виктор Иванович – заместитель директора по науке НГУ, заведующий лабораторией моделирования и анализа экономических процессов, доктор экономических наук, член-корреспондент РАН.

Трофимчук Олександр Миколайович – член-корреспондент НАН України, доктор технічних наук, професор. Заступник директора з наукової роботи Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України.

Устименко Володимир Анатолійович – доктор юридичних наук, професор. Заслужений юрист України, член-корреспондент НАПрН України. Директор Інституту економіко-правових досліджень НАН України.

Харин Юрий Семёнович – доктор фізико-математических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, Заслуженный деятель науки Республики Беларусь, заведующий кафедрой математического моделирования и анализа данных БГУ, директор НИИ прикладных проблем математики и информатики БГУ.

Цегелик Григорій Григорович – доктор фізико-математических наук, профессор. Львівський національний університет ім. Івана Франка, факультет прикладної математики та інформатики, кафедра математичного моделювання соціально-економічних процесів, завідувач кафедри.

© Авторські і суміжні права належать авторам окремих публікацій, Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Інституту економіки і прогнозування НАН України.

© Авторские и смежные права принадлежат авторам отдельных публикаций, Институту телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины, Институту кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Институту экономики и прогнозирования НАН Украины.

Copyright © authors of publications, Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine, Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine, Institute for Economics and Forecasting of NAS of Ukraine. All rights reserved.

