

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/301590066>

# ІНФОРМАЦІЙНА ЕКОНОМІКА: МОДЕЛЮВАННЯ ЕВОЛЮЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Book · December 2015

CITATIONS

0

READS

1,598

1 author:



[Kateryna Kononova](#)

V. N. Karazin Kharkiv National University

40 PUBLICATIONS 21 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Information society analysis [View project](#)



Data mining for social and commercial applications [View project](#)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені В. Н. КАРАЗІНА

**Кононова Катерина Юріївна**

**ІНФОРМАЦІЙНА ЕКОНОМІКА:  
МОДЕЛЮВАННЯ ЕВОЛЮЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ**

Монографія

Харків – 2015

УДК  
ББК  
К

**Рецензенти:**

*Затверджено до друку рішенням Вченої ради  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
(протокол № від 2015 р.)*

К **Кононова К. Ю.**

Інформаційна економіка: моделювання еволюційних процесів /  
К. Ю. Кононова. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – с.

**ISBN**

**АНОТАЦІЯ**

УДК  
ББК

**ISBN**

© Харківський національний університет  
імені В. Н. Каразіна, 2015  
© Кононова К. Ю., 2015  
© Дончик І. М., макет обкладинки, 2015

# ЗМІСТ

ВСТУП .....	
РОЗДІЛ 1. ІНФОРМАТИЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ: ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТА ДОСВІД ІНСТИТУЦІАЛІЗАЦІЇ .....	
1.1. Інформація, економіка, суспільство: синергія взаємодії та огляд феноменів другої половини ХХ століття .....	
1.2. Концепції інформатизації економіки в історичній ретроспективі .....	
1.3. Міжнародний досвід інституціалізації інформаційної економіки .....	
РОЗДІЛ 2. СТАТИСТИЧНІ ПРОФІЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ .....	
2.1. Моніторинг розвитку інформаційної економіки .....	
2.2. Стадії та пріоритети формування інформаційної економіки .....	
2.3. Електронний уряд в Україні на тлі світових тенденцій .....	
РОЗДІЛ 3. ЕВОЛЮЦІЙНА ПАРАДИГМА В МОДЕЛЮВАННІ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ .....	
3.1. Еволюційна парадигма в науці: історія розвитку та базові гіпотези .....	
3.2. Моделі економічної еволюції: мікро- та макропідхід .....	
3.3. Еволюція макрогенерацій: передумови, моделі, результати .....	
РОЗДІЛ 4. МУЛЬТИАГЕНТНИЙ ПІДХІД У МОДЕЛЮВАННІ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕВОЛЮЦІЇ .....	
4.1. Допущення мультиагентної моделі еволюції популяції економічних агентів .....	
4.2. Еволюційні режими з екзогенними параметрами мутації та дифузії технологій .....	
РОЗДІЛ 5. МЕРЕЖЕВІ ЕФЕКТИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ .....	
5.1. Соціальні мережі як феномен інформаційної економіки .....	
5.2. Еволюційні моделі веб-динаміки .....	
5.3. Еволюційні механізми розвитку соціальних мереж: конкуренція та кооперація .....	
ВИСНОВКИ .....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	
ДОДАТКИ .....	

## ВСТУП

Починаючи з другої половини ХХ ст., економічний розвиток супроводжується прискореним зростанням наукового знання і його значущості для забезпечення добробуту суспільства, структурними зрушеннями від видобувного і обробного секторів до сфери послуг та інформації, інтенсивною інформатизацією бізнес-процесів і суспільства в цілому, глобалізацією і сетевізацією економіки. Для опису цих та інших феноменів, відповідних новому етапу розвитку економіки і суспільства, було розроблено безліч концепцій: інформаційне суспільство, економіка знань, постіндустріальне суспільство, індустріально-технологічне суспільство, інформаційна економіка, мережева нація, техноекономіка та ін. Великий внесок у розвиток перерахованих концепцій внесли Д. Белл, Е. Іонеску, М. Кастельс, Д. Ламбертон, Дж. Мартін, Ф. Махлуп, Ф. Найт, І. Нінілутто, А. Норман, М. Порат, Т. Стоун'єр, О. Тоффлер, М. Турофф, Т. Умесао, Ю. Хаяші, Т. Хелві, С. Хілтц, Ж. Еллюль.

Починаючи з 80-х рр. минулого століття, уряди різних країн звернулися до практичної реалізації заходів з інформатизації. Зміна структури виробництва і зайнятості, поява нових галузей економіки, реалізація програм інформатизації актуалізували необхідність оновлення методології статистичної оцінки нового етапу розвитку економіки і суспільства. Для інтегральної характеристики рівня розвитку інформаційної економіки та її структурних елементів були розроблені композиційні індекси інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ, е-індекси), побудовані на базі наборів ІКТ-індикаторів, вибір і методика розрахунку яких істотно залежать від пріоритетів аналізу.

Адекватною теоретичною основою дослідження різних феноменів інформаційної економіки є еволюційна парадигма, до переваг якої можна віднести такі: а) інформація є центральним елементом еволюційної теорії; б) економічні агенти розглядаються як взаємодіючі і реагуючі на поведінку один одного; в) важливу роль відіграють стереотипи поведінки, які застосовуються протягом тривалого періоду без значних змін; г) особлива увага приділяється незворотності минулого і невизначеності майбутнього.

Основи еволюційної економічної теорії закладені в роботах А. Алчіана, В. Баумоля, Т. Веблена, П. Девіда, Д. Коммонса, Д. Марча, К. Менгера, Л. Мізеса, Р. Сайерта, Г. Саймона, Ф. Хаєка, Д. Ходжсона, Й. Шумпетера. Великий внесок у розвиток інструментарію еволюційного мікроекономічного моделювання внесли Р. Нельсон і С. Вінтер, які ввели поняття рутини для опису стереотипів поведінки економічних агентів і запропонували еволюційну модель поведінки фірм. Розвиток їхніх ідей

представлено в роботах Дж. Досі, Д. Меткалфа і П. Савіотті з еволюції технологій, В. Квасницького, який запропонував еволюційну модель промислової динаміки, Д. Сільверберга, який займався дослідженням еволюційного хаосу, породжуваного коливаннями зростання в шумпетеріанській моделі «штормів творчого руйнування». Розвиток неоінституціональних передумов моделі поведінки економічних агентів представлено в роботах Т. В. Меркулової. Серед макроекономічних досліджень у сфері еволюційної економіки відзначимо праці В. Маєвського, який запропонував концепцію макрогенерацій, В. Полтеровича з дослідження інституційних пасток і механізмів «ресурсного прокляття», В. Данича з моделювання швидких соціально-економічних процесів. Мережеві ефекти інформаційної економіки досліджені в роботах Л. Адамик, яка провела великий аналіз веб-статистики, С. Маурера і Б. Хубермана, які розробили еволюційну модель конкурентної динаміки сайтів, М. Гернандес, М. Ескобідо, які ввели змінні коефіцієнти конкуренції в модель взаємодії економічних агентів, а також Л. Лопеза і М. Сан'яна з моделювання стратегій розвитку в інтернет-просторі.

Сучасна школа еволюціонізму пропонує велику різноманітність моделей економічного розвитку на рівні окремих фірм і технологій. У даній роботі зроблена спроба пов'язати макроекономічні характеристики системи з результатами взаємодії економічних агентів на мікрорівні, відбивши вплив їх інноваційних стратегій на характер і темпи макроекономічної динаміки з урахуванням специфіки інформаційної економіки як одного з етапів макроекономічної еволюції.

Монографія складається з п'яти розділів. У першому розділі – «Інформатизація економіки: теоретичні аспекти та досвід інституціалізації» – описані основні феномени інформаційної економіки: зростання значущості наукового знання для забезпечення добробуту суспільства, структурні зрушення від первинних і вторинних до третинних секторів, інформатизація, глобалізація та сетевізація економіки; проведено порівняльний аналіз основних концепцій інформатизації та зроблені висновки щодо меж їх застосування; проаналізований міжнародний досвід інституціалізації інформаційного суспільства, представлені ключові особливості трьох основних моделей: японської, американської та європейської.

У другому розділі – «Статистичні профілі інформаційної економіки» – наведено огляд індексів інформатизації (е-індексів): ISI, ERI, KEI, EGDI, IDI, DAI, TAI, NRI, DOI, ICT-OI, ICT-DI, GII, GCI, IS<sup>1</sup>, досліджено

---

<sup>1</sup> Information Society Index, E-Readiness Index, Knowledge Economy Index, E-Government Development Index, ICT Development Index, Digital Access Index, Technology Achievement Index, Networked Readiness Index, Digital Opportunity Index, ICT Opportunity Index, ICT Diffusion Index, Global Competitiveness Index, Global Innovation Index, Infostates.

структуру е-індексів у розрізі часткових показників; представлена розроблена автором методика ідентифікації стадій розвитку інформаційної економіки, що включає: 1) формалізацію процесу її формування у вигляді графової моделі, 2) виявлення стадій розвитку з використанням засобів штучного інтелекту, 3) обґрунтування комплексу специфічних для кожної стадії пріоритетів; досліджені світові та вітчизняні тенденції розвитку електронного уряду.

У третьому розділі – «Еволюційна парадигма в моделюванні економічного розвитку» – узагальнено досвід моделювання еволюційних процесів в економіці, наведено дослідження макроекономічної моделі зміни макрорегіонів В. Маєвського; представлена макроекономічна модель економічної еволюції, її апробація на статистичних даних європейських країн і США, а також аналіз з погляду формування інформаційної економіки.

У четвертому розділі – «Мультиагентний підхід у моделюванні економічної еволюції» – представлена авторська концепція еволюції популяції економічних агентів, у рамках якої сформульовані основні гіпотези щодо мінливості й адаптаціонізму економічних агентів; прогресу, слабого градуалізму та уніформізму еволюційного процесу, а також породжуваних ним структур; сформульовані допущення мультиагентної моделі, реалізовані в програмному середовищі NetLogo; наведено результати аналізу впливу варіації екзогенних параметрів на модельні траєкторії, показані можливості виявлення макрорегіонів на основі мультиагентної моделі, виконана перевірка адекватності припущень мультиагентної моделі гіпотезам концепції еволюції популяції економічних агентів.

У п'ятому розділі – «Мережеві ефекти інформаційної економіки» – наведені підсумки моніторингу динаміки онлайнових соціальних мереж, виявлені джерела їх монетизації; представлений комплекс аналітичних моделей конкурентної взаємодії користувачів соціальних мереж – продемонстровані властивості моделей з постійними і змінними коефіцієнтами, результати їх параметризації на основі емпіричних даних; запропонована мультиагентна модель взаємодії користувачів, у якій формалізовані різні режими поведінки агентів (антагоністичної, конкурентної, змішаної), що дозволило проаналізувати їх вплив на стратегії розвитку соціальних мереж.

Питання, розглянуті в монографії, можуть бути цікаві фахівцям в області економіко-математичного моделювання, а також широкому колу читачів, які цікавляться проблемами економічної еволюції та розвитку інформаційної економіки.

Автор глибоко вдячний за натхнення, цінні рекомендації концептуального характеру та увагу до нюансів дослідження, а також всебічну

підтримку під час роботи над монографією науковому консультанту, доктору економічних наук, професору Т. В. Меркуловій. Щира подяка за критичне прочитання, корисні рекомендації та зауваження рецензентам: доктору економічних наук, професору В. Я. Зарубі; доктору фізико-математичних наук, професору А. А. Янцевичу; доктору економічних наук, доценту Л. С. Гур'яновій. Автор вдячний колективу кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна за плідні консультації при обговоренні монографії, а також магістрантам Д. Большаковій, А. Буртнику, М. Гур'євій, Д. Діденко, П. Сухомлину за сприяння у проведенні експериментальних розрахунків та аналізі великих обсягів даних.

# РОЗДІЛ 1

## ІНФОРМАТИЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ: ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТА ДОСВІД ІНСТИТУЦІАЛІЗАЦІЇ

### 1.1. Інформація, економіка, суспільство: синергія взаємодії та огляд феноменів другої половини ХХ століття

Активні дослідження впливу інформації на процеси, які відбуваються в економіці та суспільстві, почалися в другій половині ХХ ст. з досліджень Д. Прайса з приводу росту числа наукових публікацій. У 1961 р. він опублікував дані про кількість наукових журналів, які випускалися з 1650 до 1950 рр., відзначивши, що кожні 13 років їх кількість подвоюється. На основі аналізу цих даних він оцінив швидкість росту науки в 4,76 % річних [49].

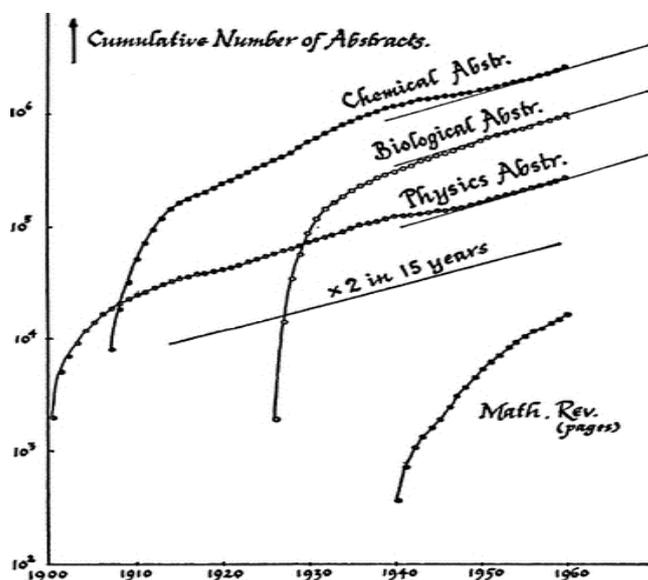
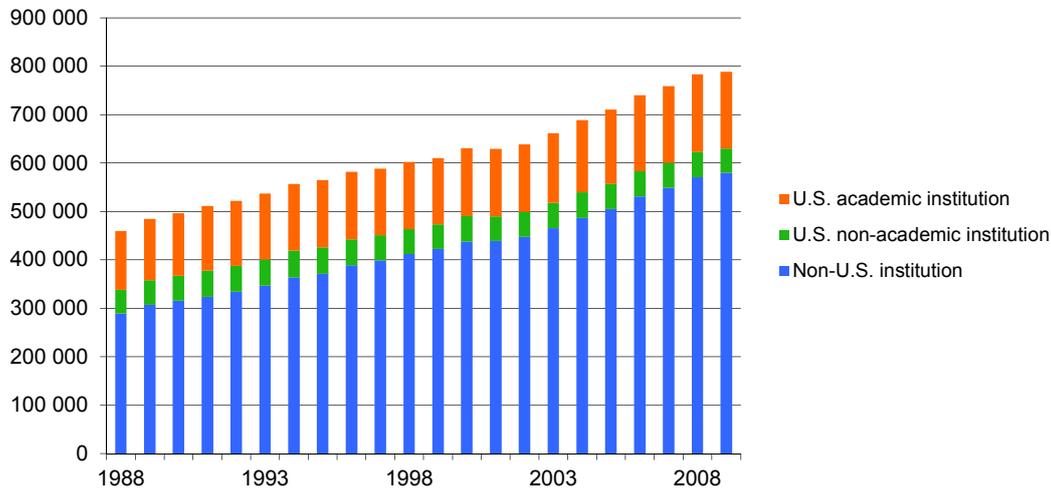


Рис. 1.1 – Кумулятивна кількість наукових статей з 1900 до 1960 рр.  
(кількість публікацій зростає експоненціально, подвоюючись кожні 15 років,  
копія класичного рис. з [48])

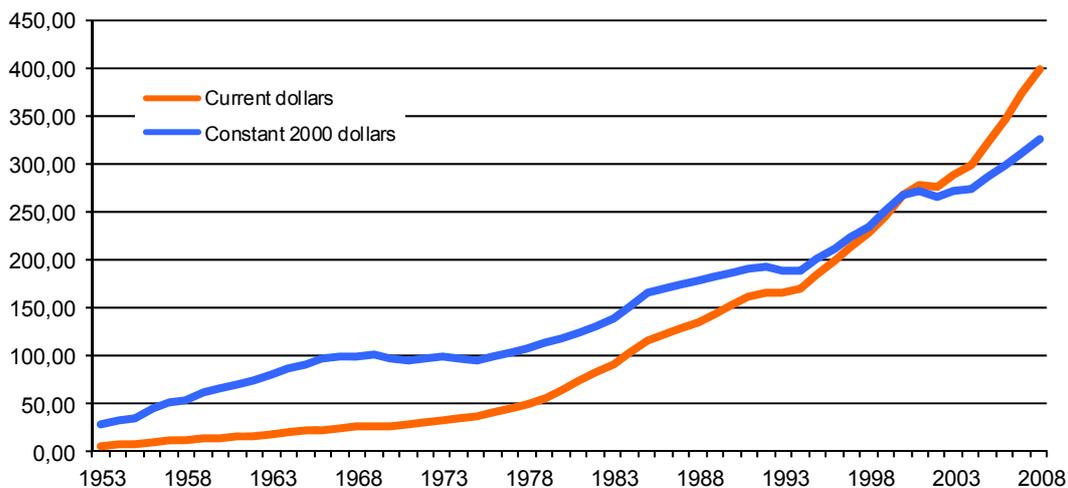
Через два роки, коли дані були уточнені, Прайс дещо знизив оцінку щорічного темпу росту (до 4,7 %) та збільшив до 15 років період подвоєння

кількості наукових журналів, що випускалися, проте згодом і ці оцінки виявились завищеними. Згідно з даними Національного наукового фонду США [52] середній темп росту числа наукових публікацій у 1988–2009 рр. склав 2,6 % (рис. 1.2). Ця оцінка майже у два рази нижче отриманої Прайсом, проте тут до уваги бралися лише статті в журналах, які охоплені Science Citation Index (SCI) та Social Science Citation Index (SSCI).

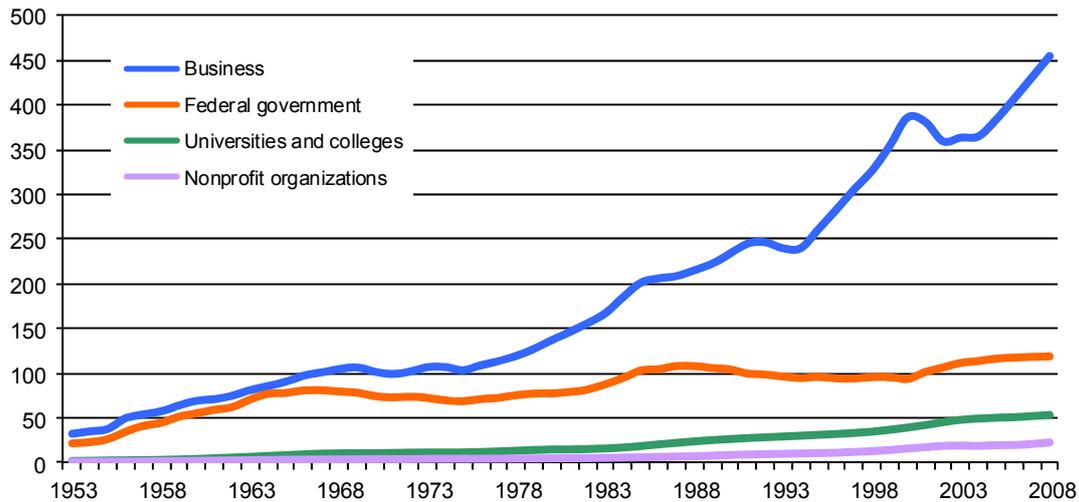


**Рис. 1.2 – Кількість наукових статей, включених до індексу цитування, 1988–2009 рр. [20]**

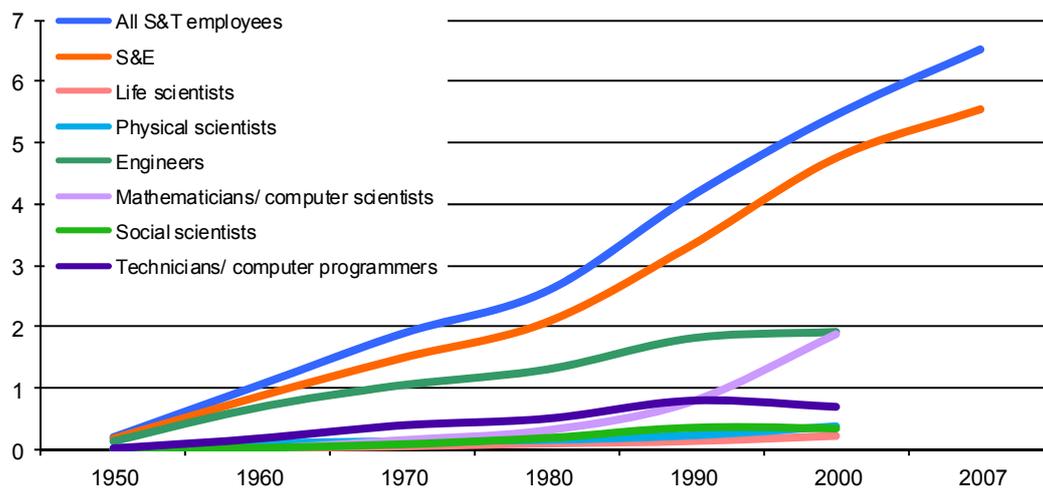
Хоча кількісні оцінки Прайса виявилися не зовсім коректними, його дослідження поклали початок статистичним вимірюванням інформації та аналізу її впливу на розвиток економіки та суспільства в цілому. Статистичні дані про результати науково-дослідницьких робіт (НДР) та показники науки, що відтоді активно збираються, зафіксували феноменальний ріст цього сектора (з точки зору як затрат, так і результатів – рис. 1.3 а, б, в).



**Рис. 1.3 а – Показники розвитку науки [19]: витрати на НДР, млрд дол., 1953–2008 рр.**



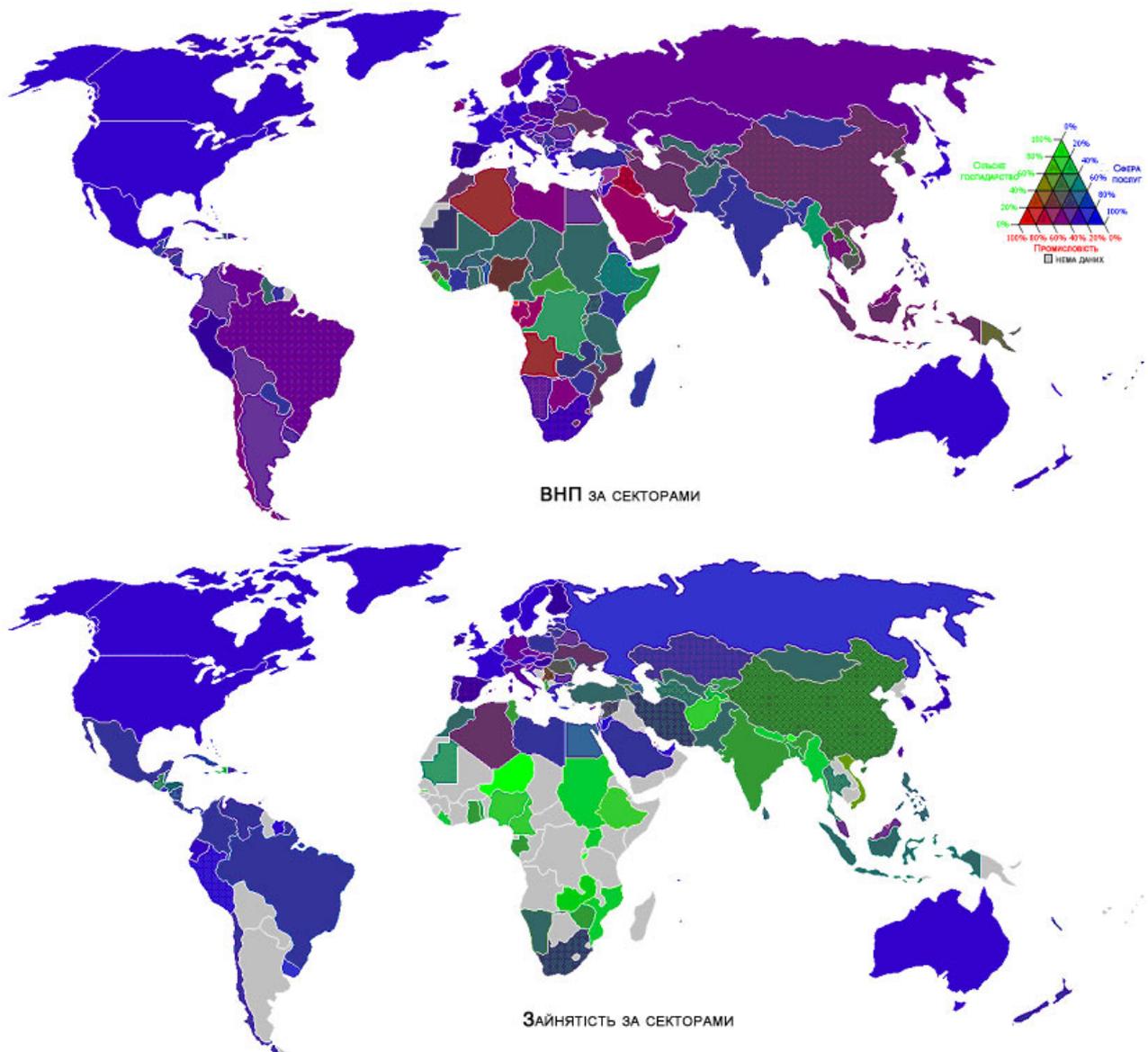
**Рис. 1.3 б – Показники розвитку науки [19]: розподіл НДР за секторами економіки, млрд дол., 1953–2008 рр.**



**Рис. 1.3 в – Показники розвитку науки [19]: зайнятість у науці, млн чол., 1950–2007 рр.**

Наступним знаменним явищем можна вважати реструктуризацію зайнятості та прискорений ріст сектора послуг (рис. 1.4). Феномен зрушення зайнятості від сільського господарства до виробничого сектора, а потім до послуг усебічно досліджувався в роботах А. Фішера та К. Кларка [3], які представили концепцію первинних (сільське господарство та добувна промисловість), вторинних (обробна промисловість, енергетика, будівництво) та третинних (сфера послуг) секторів економіки. Згідно з їх дослідженнями, зрушення від первинних та вторинних до галузей третинного сектора були обумовлені не «деіндустріалізацією» економіки, а ростом продуктивності праці в сільському господарстві та промисловості,

а також ростом зайнятості в цілому та зайнятості жінок зокрема. У роботах Фішера та Кларка такі зміни асоціювалися з економічним прогресом та ростом ВВП на душу населення.



**Рис. 1.4 – Структура ВВП та зайнятості населення в аграрному (зелений колір), індустріальному (червоний колір) секторах економіки та у сфері послуг (синій колір) [9]**

Аналіз структури зайнятості в економіці США [17] підтверджує їх припущення щодо динаміки секторів (рис. 1.5).

Сучасна статистика свідчить про те, що в розвинутих країнах (США, Гонконг) зайнятість у сільському господарстві відносно зайнятості у сфері послуг останні роки практично не змінюється (цей сектор уже досягнув мінімуму  $\sim 2\%$ ), у той час як в Україні та Росії він продовжує

скорочуватися (складаючи 10–20 %), але більш повільними темпами, ніж, наприклад, у Танзанії, де він досі перевищує 75 % (рис. 1.6 а).

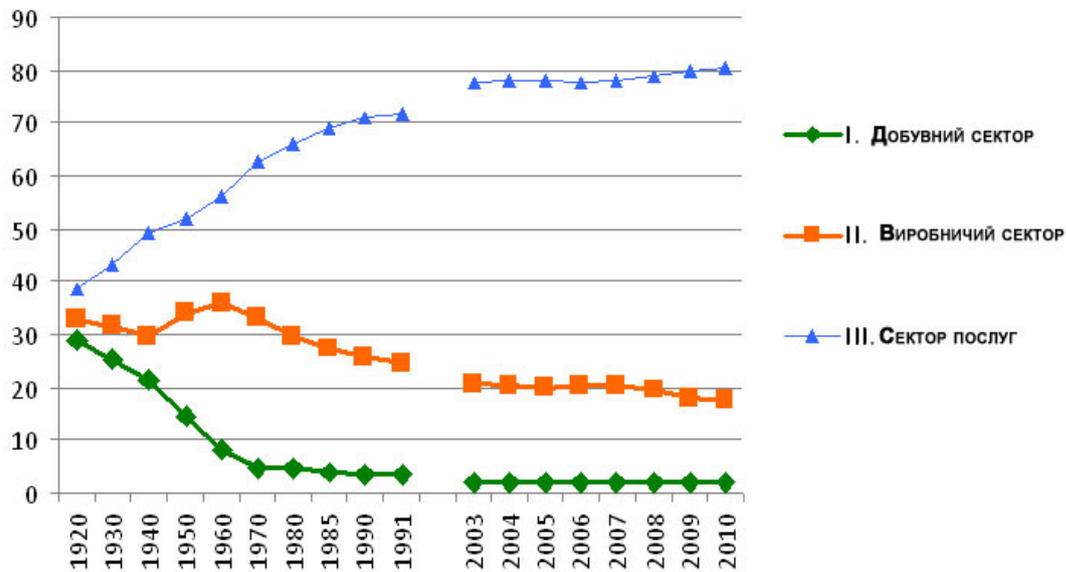


Рис. 1.5 – Структурні зрушення зайнятості в США, 1920–2010 рр.

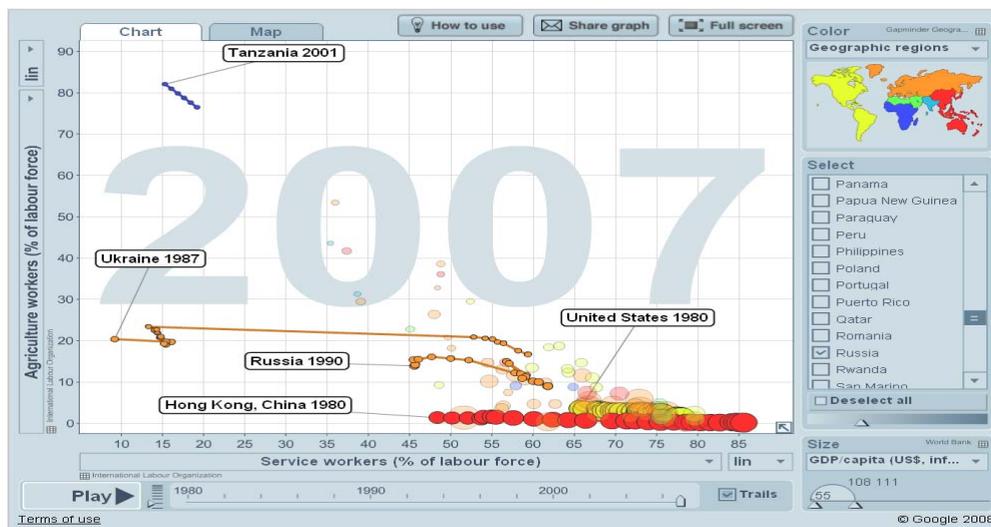
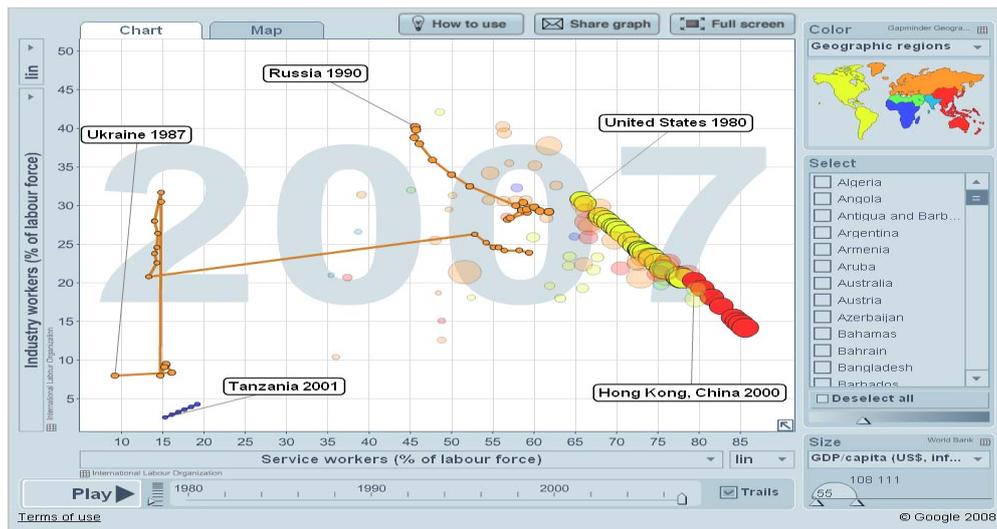


Рис. 1.6 а – Динаміка зайнятості в сільському господарстві порівняно зі сферою послуг (розмір точки – ВВП на душу населення в країнах, що аналізуються) [8]

Що стосується відносної зайнятості у виробничому секторі, то в розвинених країнах вона має виражену тенденцію до скорочення (США, Гонконг). В Україні та Росії темпи відносного скорочення цього сектора нижче, а в Танзанії – країні з первісно дуже низьким рівнем індустріалізації, навпаки, спостерігається зростання обох секторів – і виробничого, і сфери послуг (рис. 1.6 б).



**Рис. 1.6 б – Динаміка зайнятості в промисловості порівняно зі сферою послуг (розмір точки – ВВП на душу населення в країнах, що аналізуються) [8]**

Наступні три взаємообумовлені тенденції – інформатизація, меревізація та глобалізація економіки. Інформатизація економіки, що почалася в 60-х, до теперішнього часу досягла рівня, коли використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у бізнесі стало інфраструктурним стандартом [67]. За рівнем проникнення ІКТ в усі сфери економіки розвинені країни світу вже досягли насичення (табл. 1.1), та й у країнах, що розвиваються, ці показники досить високі.

*Таблиця 1.1*

**Показники інформатизації економіки країн світу [67]**

Частка організацій, які використовують ІКТ	Світ у цілому, %	Розвинуті країни, %	Країни, що розвиваються, %
– ПК	92	96	86
промисловість	80	96	56
будівництво	86	95	74
транспорт та зв'язок	86	95	68
торгівля	82	96	56
фінансове посередництво	94	99	86
– Інтернет	87	94	76
промисловість	76	93	51
будівництво	79	92	60
транспорт та зв'язок	80	93	57
торгівля	76	93	48
фінансове посередництво	90	98	77
– Сайт	56	65	41

Розвиток Інтернету (рис. 1.7) значно вплинув на способи ведення бізнес-процесів, у разі збільшилася швидкість транзакцій, розмилися крайні обмеження, змінилася сама структура зв'язків у економіці: відбулося зрушення від ієрархічних структур промислових корпорацій ХХ ст. в бік сітьової організації (що дозволяє успішно працювати малому та середньому бізнесу).

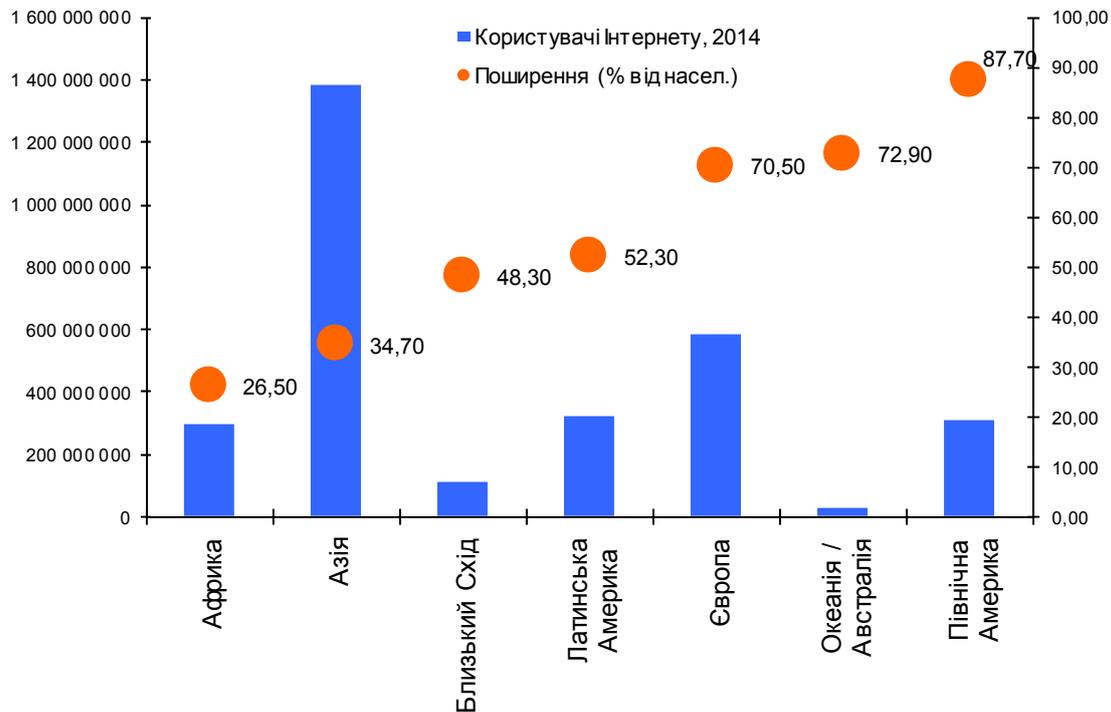


Рис. 1.7 – Рівень розповсюдження Інтернету, 2014 р. [13]

Сьогодні більше половини бізнес-процесів здійснюється з використанням Інтернету (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Використання Інтернету у бізнес-процесах [67]

Бізнес-процеси	% компаній
Пошта	70
Фінансово-банківські послуги	68
Пошук інформації	61
Інформування щодо товарів та послуг	56
Ведення сайту	55
Взаємодія з органами влади	51
Розміщення замовлень	33
Обслуговування клієнтів	33
Отримання замовлень	18
Поставки онлайн	11

Згідно з дослідженням журналу Форбс, середньорічні темпи росту Інтернет-торгівлі у 2010 г. перевищили 20 % (рис. 1.8) [57].

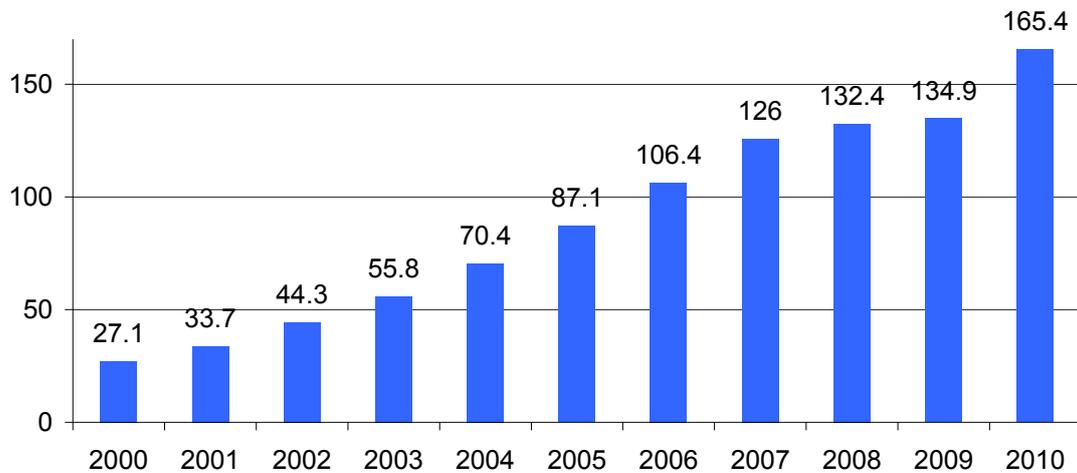


Рис. 1.8 – Обсяги онлайн продажів, млрд дол.

При цьому в більшості сучасних досліджень передбачається тісний зв'язок між розвитком ІКТ та економічним ростом. Порівнюючи, наприклад, значення індексу інформаційно-комунікаційних технологій (IDI) та ВВП на душу населення в різних країнах світу, можна спостерігати певну кореляцію (рис. 1.9).

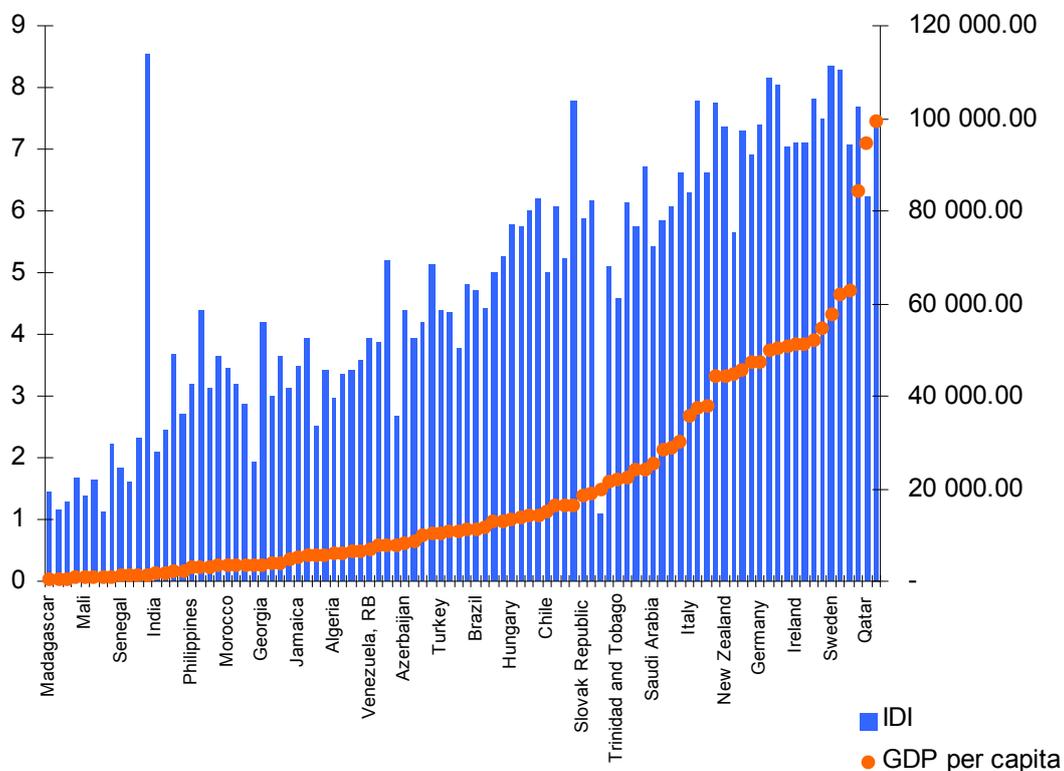


Рис. 1.9 – ВВП на душу населення та індекс ІКТ

Глобалізація економіки є прямим наслідком розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, які дали змогу надзвичайно прискорити транзакційні потоки, сприяючи інтеграції національних економічних систем у єдиний виробничий та торговий простір [67]. Відповідно до індексу глобалізації КОФ [16], уже в 1970 р. економіка Канади та скандинавських країн була глобалізована приблизно на 70 % (рис. 1.10 а).

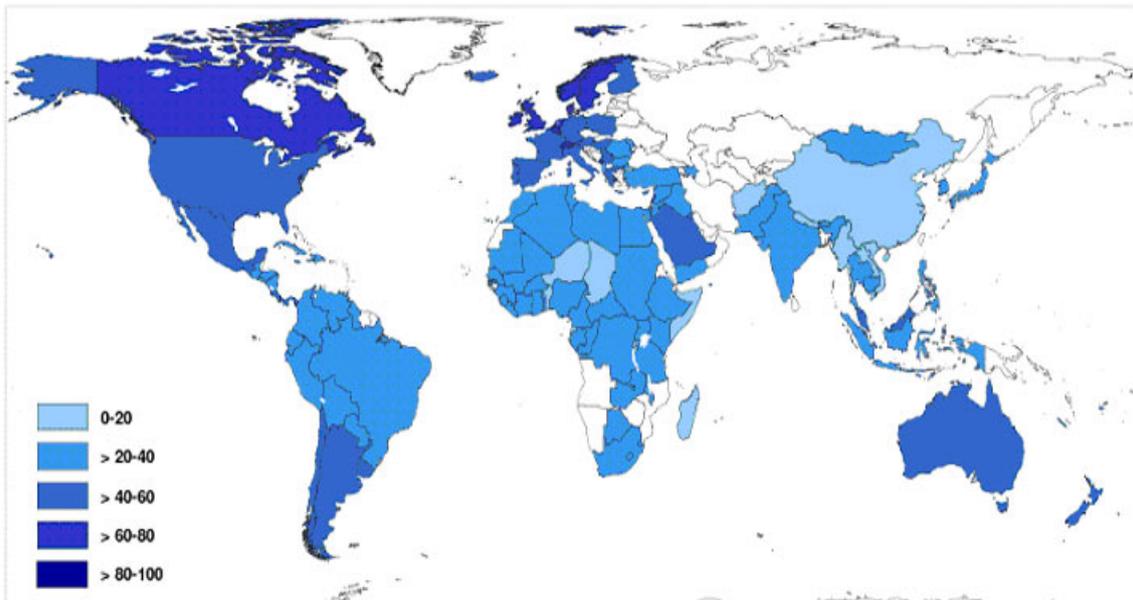


Рис. 1.10 а – Рівень глобалізації країн світу, 1970 р.

Сьогодні цей процес охопив усі країни та континенти – у цілому у світі рівень глобалізації перевищує 60 % (рис. 1.10 б), доходючи до 90 % у країнах Західної Європи, Канаді, Австралії.

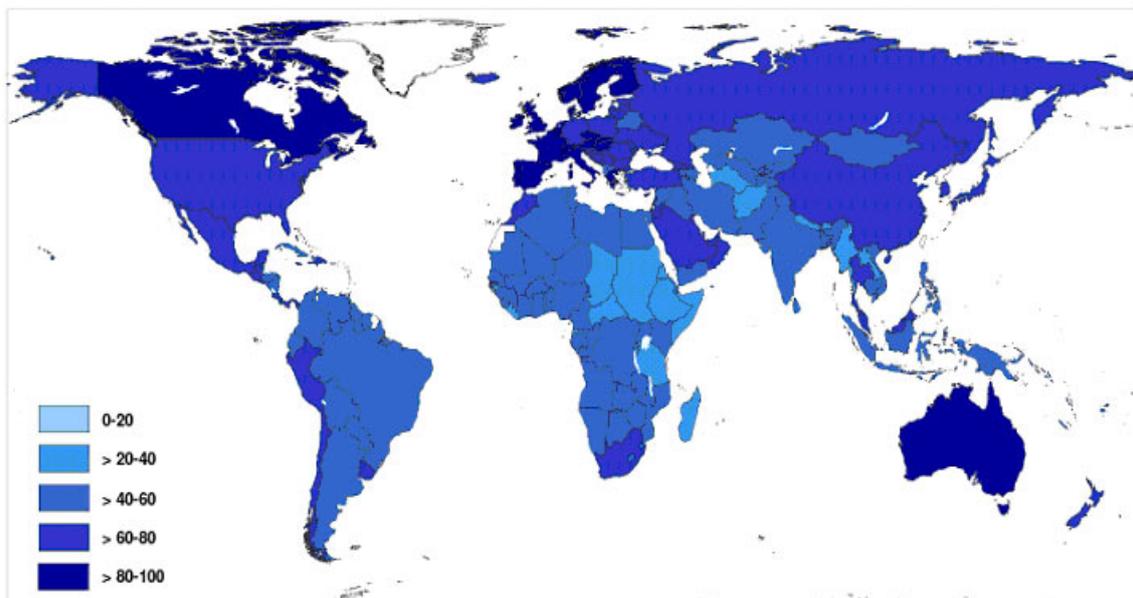


Рис. 1.10 б – Рівень глобалізації країн світу, 2011 р.

Не оминув цей процес і пострадянські країни, де після розвалу СРСР рівень глобалізації різко зріс – з 30 % у 1990 р. до 70 % у 2011 р. (рис. 1.11). Найменше піддаються впливу процесу глобалізації слаборозвинені країни Африки та радикальні режими Близького Сходу, але й там рівень глобалізації сьогодні сягає 30 %.

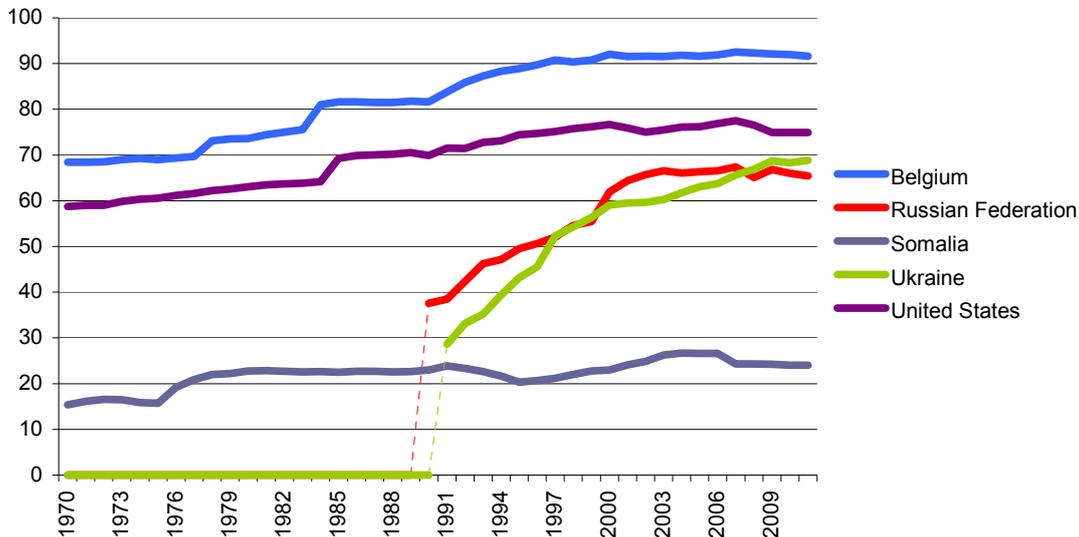


Рис. 1.11 – Динаміка рівня глобалізації, 1970–2011 рр. [11]

Підбиваючи підсумок, можна стверджувати, що економічний розвиток другої половини ХХ ст. супроводжувався такими тенденціями:

- 1) ростом наукового знання та його значимістю для забезпечення добробуту суспільства (за рахунок як впровадження нових технологій, так і підвищення кваліфікації зайнятих в економіці);
- 2) структурними зрушеннями в економіці від видобувного та обробного секторів до сфери послуг та інформації (за рахунок збільшення числа зайнятих та їх продуктивності праці);
- 3) інформатизацією бізнес-процесів та суспільства в цілому (інформаційні технології стають фактором росту добробуту суспільства);
- 4) глобалізацією та сетевізацією (які сприяють прискоренню бізнес-транзакцій, інтеграції національних економічних систем у єдиний виробничий та торговий простір).

## 1.2. Концепції інформатизації економіки в історичній ретроспективі

Для опису наведених вище явищ, які відповідають сучасному етапу розвитку економіки та суспільства, у другій половині ХХ ст. було розроблено безліч концепцій:

- ~ інформаційне суспільство (Т. Умесао, 1961);
- ~ економіка знань (Ф. Махлуп, 1962);
- ~ технологічне суспільство (Ж. Еллюль, 1964);
- ~ комп'ютеризоване суспільство (Дж. Мартін, А. Норман, 1970);
- ~ постіндустріальне суспільство (Д. Белл, 1971<sup>2</sup>);
- ~ суперіндустріальне суспільство (О. Тоффлер, 1971);
- ~ ера інформації (Т. Хелві, 1972);
- ~ інформаційна революція (Д. Ламбертон, 1974);
- ~ індустріально-технологічне суспільство (Е. Іонеску, 1976);
- ~ інформаційна економіка (М. Порат, 1977);
- ~ сітьова нація (С. Хілтц, М. Турофф, 1978);
- ~ інформаціональна економіка (М. Кастельс, 1996);
- ~ економіка інформатики та зв'язку (І. Нінілуто, 1997);
- ~ техноекономіка (Б. Гейтс, 1999) та ін.

На межі тисячоліть з усього запропонованого раніше різноманіття концепцій закріпилося три: економіка знань, інформаційна економіка та інформаційне суспільство. Сьогодні ці терміни використовуються не тільки в науковій літературі, але й у політичних програмах, бізнес-проектах, засобах масової інформації. Однак досі їх зміст розмитий та перевантажений протиріччями. Й у вітчизняній, й у зарубіжній літературі поняття «економіка знань», «інформаційна економіка» та «інформаційне суспільство» найчастіше використовуються як взаємозамінні, деякі автори – Д. Б'юмонт, О. Вартанова, Т. Данько, А. Козирев – називають їх тотожними [74], А. Чухно, говорячи, що «знання – це зміст інформації, а інформація – форма розповсюдження знань», також підтверджує еквівалентність цих понять [87]. Інші автори вказують на їх серйозні концептуальні відмінності. Це вносить певну плутаницю як на рівні основних дефініцій, так і на рівні аналізу тенденцій та висновків, які з цього аналізу випливають.

Спробуємо розібратися з історією питання та сформулювати основні методологічні відмінності між трьома приведеними концепціями через призму тих показників, які використовуються для збору та аналізу

---

<sup>2</sup> Згодом Белл став прихильником концепції інформаційного суспільства: «У наступаючому столітті вирішальне значення для економічного та соціального життя, для способів виробництва знання, а також для характеру трудової діяльності людини набуває становлення нового укладу, який ґрунтується на телекомунікаціях. Революція в організації та обробці інформації та знань, у якій центральну роль відіграє комп'ютер, розгортається одночасно зі становленням постіндустріального суспільства. До того ж для розуміння цієї революції особливо важливі три аспекти постіндустріального суспільства: перехід від індустріального суспільства до суспільства послуг; визначальне значення кодифікованого наукового знання для реалізації технологічних нововведень; і перетворення нової «інтелектуальної технології» на ключовий інструмент системного аналізу та теорії прийняття рішень» [1].

статистичної інформації в рамках концепцій<sup>3</sup>, які розглядаються. Дійсно, багато економічних категорій задаються способом їх вимірювання, та хоча поняття інформації не має кількісного характеру, воно піддається (нехай і недосконалому) статистичному аналізу з метою фокусування уваги на конкретних аспектах явища. Наприклад, Б. Годін [10] припускає, що поняття інформації протягом останніх п'ятдесяти років пройшло три етапи осмислення:

1. У 1950–1960 рр. інформація інтерпретувалася як знання, з так званого кількісного аналізу вона була обмежена науково-технічною документацією та вимірювалася її обсягами.

2. У 1970–1980 рр. інформацію розуміли як товар (або економічну діяльність). При цьому інформація стала визначатися дуже широко та включати майже все, що можна було вважати нематеріальним. Статистика, розроблена для вимірювання інформації, спиралася на національні рахунки – агрегування видатків за видами промислової діяльності в інформаційному аспекті.

3. Починаючи з 1990-х поняття інформації знову звузилося, її стали розуміти виключно як інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), а статистичний аналіз звівся до вимірювання показників впровадження та використання ІКТ.

Розглянемо ці етапи детальніше як з теоретичної, так і зі статистичної точок зору.

#### *Перший етап – інформація як знання.*

На цьому етапі осмислення інформації як фактора економічного росту та змін у суспільстві увага західних учених була зосереджена на проблематиці зростаючого потоку числа наукових публікацій. Згідно з Д. Берналем [2], система наукового знання породжувала величезні та хаотичні структури, на думку П. Прайса, «щоб нові публікації залишалися корисними, повинна бути розроблена радикально нова техніка» [49]. Рішення цієї проблеми вчені бачили в нових технологіях: «комп'ютер – єдиний можливий засіб наведення порядку в інформаційному хаосі, однак розповсюдження інформаційних систем припускає небезпеку неузгоджених розробок, коли нерівномірний розвиток нових систем у різних країнах веде до потенціального інформаційного розриву» [41].

Першою спробою не тільки виміряти інформаційний бум, що спостерігається, але й підвести під ці вимірювання методологічну базу стала

---

<sup>3</sup> Так, коли аграрну епоху змінила індустріальна, стала актуальною проблема створення системи показників, орієнтованої на кількісне вимірювання матеріальних, трудових, фінансових видатків та обсягів виробленої продукції. Була операціоналізована система національних рахунків, розроблена методологія розрахунку валового внутрішнього продукту та інших макроекономічних індикаторів розвитку економіки.

«Інструкція Фраскати» [17], видана в 1962 р. Такі дослідження оцінювалися розробниками інструкції (ОЕСР<sup>4</sup>) як необхідні «для ефективного розподілу національного бюджету з інформації». [41] У 1966 р. був розроблений план дій [37], зосереджений на розробці стандартів даних; тоді як одиницю вимірювання інформації було запропоновано використовувати наукову статтю, реферат або доклад. Для аналізу ефективності інформації оцінювалися [43]:

- 1) загальний обсяг ресурсів, які виділялися на проведення науково-дослідницьких робіт (НДР);
- 2) розподіл ресурсів за галузями економіки;
- 3) розподіл ресурсів за видами діяльності: опублікування та розповсюдження інформації, НДР;
- 4) послуги: ресурси, обладнання, персонал;
- 5) зайнятість в основних професійних категоріях.

Однак після двох років роботи стало очевидним, що задача вимірювання ресурсів (робочої сили та коштів), які виділяються на НДР, на базі моделі Фраскати, виявилось складнішою, ніж здавалося раніше: досвіду було мало, область досліджень виявилася занадто широкою, послуги були надзвичайно диверсифіковані, їх важко було виділити та класифікувати [42]. Тому було вирішено віддати пріоритет розробці нової методичної інструкції [32], яка була завершена в 1969 р. [39]. Тепер було запропоновано визначати наукову та технічну інформацію як результат НДР і їх додатків. Також в «інструкції» була запропонована класифікація науково-технічної інформаційної діяльності та засобів, які виділяються на НДР (у розбивці за секторами економіки, цілями і функціями, типами користувачів), складені типові анкети. Ця інструкція була апробована в деяких країнах та жорстко розкритикована на нараді в Осло 1971 р. [36]. Вона була кваліфікована як занадто складна, але при цьому не така, яка надає основні статистичні дані для розробки науково-технічної інформаційної політики [26]. Однак подальші переробки інструкції так ніколи більше не були використані для оцінки науково-технічної інформації в країнах ОЕСР.

Цей провал пояснюється двома основними факторами: по-перше, відсутністю концептуальних меж – у той час як інші вимірювання мали чітку методологічну основу, збір статистики щодо інформації був обумовлений лише риторикою з приводу інформаційного вибуху, яка спиралась на результати Прайса [49] та Бернала [2] щодо експоненціального росту наукової літератури; а, по-друге, розмитістю самого поняття інформації –

<sup>4</sup> Організація економічного співробітництва та розвитку (скор. ОЕСР, англ. Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD) створена в 1948 р. для координації проектів економічної реконструкції Європи в рамках плану Маршала. Зараз до організації входять 34 країни, у тому числі більшість держав-членів ЄС, а також Австралія, Нова Зеландія, Велика Британія, Ізраїль, Канада, Мексика, США, Чилі, Південна Корея, Японія.

для математиків та фізиків [60], біологів [50], економістів [11] інформація означає різне, найчастіше є лише метафорою.

Аналогічних складнощів з вимірюванням науково-технічної інформації зазнавали й інші міжнародні організації. Зокрема, у 1984 р. ЮНЕСКО був підготовлений методичний посібник з вимірювання науково-технічної інформації та документації (STID [58]), апробоване в семи країнах. Однак на нараді експертів з методології збору науково-технічної інформації у 1985 р. було повідомлено, що оскільки мета вимірювання не очевидна, то виникають труднощі й в інтерпретації отриманих результатів [59], у результаті ЮНЕСКО залишила цю сферу досліджень. Подібний фінал спіткав Національний науковий фонд США (NSF), де з початку 1950-х рр. проводилися регулярні дослідження НДР [21]. Однак огляди 1958–1978 рр. показали, що інформація, яка збирається, відображає лише 1–2 % реально здійснюваної наукової діяльності, тому в 1978 р. NSF був зупинений збір даних про наукову діяльність.

Приблизно в цей самий час з'явилися перші згадування терміна «інформаційне суспільство» в роботах японських авторів. Словосполучення *jōhōka shakai*, яке може бути інтерпретовано як суспільство, у якому комунікації здійснюються за допомогою комп'ютерів (*The computer-mediated communication society*), уперше використав Т. Умесао в листуванні з К. Курокавою в 1961 р. Ідеї культурної революції, обумовлені дедалі зростаючими обсягами інформації, які викладені ним у статті «Теорія інформаційної індустрії» (1963) [12]. Протягом наступних десяти років у Японії вийшло декілька наукових публікацій на цю тему [85], а в 1971 р. – систематизований словник з питань інформаційного суспільства.

#### *Другий етап – інформація як товар (послуга).*

Повернення до ідеї вимірювання інформації було зумовлене новими концептуальними межами цього поняття, які були запропоновані в роботах Ф. Махлупа та М. Пората. Так, у своїй новаторській роботі «Виробництво та розповсюдження знань у США» (1962) Махлуп спробував сформулювати нову концепцію інформації<sup>5</sup>: «інформування – діяльність, за допомогою якої передається знання; знати – означає бути проінформованим» [18], тут же ним був введений термін «економіка знань». Махлуп стверджував, що «економічний розвиток у найближчі десятиліття визначається не стільки наявністю та продуктивністю матеріальних ресурсів, скільки доступністю та швидкістю розповсюдження інформації в суспільстві, а також обсягом інтелектуального капіталу» [18]. Дослідник розглядав

<sup>5</sup> Хоча Махлуп рекомендував по можливості використовувати термін «знання», у наступні десятиліття при всіх спробах вимірювання на основі концепції Махлупа терміни «інформація» та «знання» використовувались як взаємозамінні.

знання як новий економічний ресурс, аналогічний іншим видам ресурсів (матеріальним, трудовим, фінансовим).

Запропонована Махлупом концепція економіки знань отримала широку підтримку в наукових колах, вона доповнювалася та уточнювалася багатьма вченими (Д. Куа [69], Р. Кроуфорд [4], Т. Стюарт, М. Кастельс, В. Іноземцев, Н. Моїсеєв, І. Милюхін, І. Алексєєва). Зокрема, Стюарт визначив знання як «суспільне благо», вказавши на головну, на його думку, відмінність від традиційних активів – їх неубуваючий за мірою використання характер. Він також звернув увагу на властивість невідчужуваності знання: набуття певних знань не зменшує можливості їх використання іншими. Утім, це досить спірна точка зору, оскільки найчастіше витік інформації повністю позбавляє її попереднього власника будь-яких конкурентних переваг. На думку М. Кастельса, знання та інформація володіють ще одною властивістю, яка відрізняє їх від традиційних ресурсів, – цінність знань складно оцінити завчасно, також їх неможливо забрати назад: «...покупець не може судити, чи варто платити за інформацію доти, поки її не отримає, але як тільки він заволодів нею, йому більше не треба її купувати» [68].

У рамках запропонованої Махлупом концепції, вимірювання інформації було засновано на використанні системи національних рахунків для оцінки засобів та робочої сили, які зайняті в інформаційній сфері. Відповідно до його досліджень, найбільш значимою галуззю економіки виявилася освіта, компоненти якої безпосередньо пов'язані з виробництвом, зберіганням чи розповсюдженням інформації.

Концептуальні та методологічні пропозиції Махлупа лягли в основу дев'ятитомного дослідження на тему інформаційної економіки, яке здійснене Поратом у 1977 р. [46]. Сам термін «інформаційна економіка» Порат використовував без додаткового концептуального обґрунтування, а лише спираючись на роботи Махлупа, Белла [1], Друкера [5]. Його метою були вимірювання, а вихідною передумовою роботи було припущення про те, що економіка США розвивається «від такої, що ґрунтується, перш за все, на промисловості, до такої, що базується на знаннях, комунікації та інформації» [46].

У розробку даної теорії значний внесок також здійснили: Ф. Найт, Дж. Маршак, Дж. Шеклі, К. Болдинг, К. Ерроу, М. Кастельс, Д. Ламбертон, Дж. Стиглер, Р. Дженнер, А. Рійс, Г. Демсец, Р. Айрис, Дж. Грант, Т. Стоун'єр, О. Тоффлер, А. Турен, Ж. Еллюль та ін.

Розглядаючи основні положення інформаційної економіки, які викладені в роботах зазначених учених, слід відзначити, що на думку Т. Стоун'єра, господарська діяльність в інформаційній економіці визначається створенням та використанням інформації для підвищення ефективності виробництва, при цьому національні інформаційні ресурси є

основним фактором та потенційним джерелом багатства [80]. О. Тоффлер звернув увагу на обумовлені інформаційною революцією зміни в змісті праці: на вимирання та зникнення всіх форм дегуманізованої праці (рутинного, часткового, повторюваного), на зміну кваліфікації робітників, появу безлічі нових професій, формування «нового робочого стилю» [83].

Для вимірювання інформаційної економіки Порат використовував висунуту Махлупом ідею обліку – агрегування різних промислових сфер в інформаційному полі. Проте існують важливі методологічні відмінності між підходами Махлупа та Пората, оскільки останній використовував додану вартість, а не кінцевий попит, та поділив інформацію на два сектори: первинний (виробництво) і вторинний (споживання).<sup>6</sup>

Первинний сектор був визначений ним як такий, що складається з восьми галузей-виробників інформації (відповідних конкретним промисловим класам). На основі системи національних рахунків і її похідних (таблиць затрати-випуск) Порат оцінив, що доля первинного інформаційного сектора виросла приблизно з 18 % національного доходу в 1929 р. до 25,1 % у 1967 р. Він також оцінив чисельність працівників, які беруть участь в інформаційній діяльності: використовуючи типологію, яка складається з п'яти основних категорій працівників та переліку професіональних класів американського Бюро статистики праці, Порат вказав на збільшення інформаційного сектора з менше 10 % робочої сили в 1860 р. до більше 40 % у 1970 р. (53 % всіх трудових доходів).

Щодо вторинного сектора, у якому містяться інформаційні послуги, що виробляються фірмами та суспільними організаціями для внутрішнього споживання, Порат використав дані Бюро статистики праці та показав, що вони склали 21 % ВВП в 1967 р. Загалом, за станом на кінець 70-х на два об'єднані сектори інформаційної економіки припало 46 % ВВП та 53 % доходів у США [46].

На основі напрацювань Махлупа та Пората в ОЕСР була почата розробка проекту «Макроекономічний аналіз інформаційної діяльності та роль електронних телекомунікацій та пов'язаних з ними технологій», мета якого полягала в кількісному аналізі інформаційної діяльності, оцінці її росту, інноваційного потенціалу, а також соціально-економічних наслідків. Методологія дослідження повинна була спиратися на макроекономічний аналіз інформаційної діяльності, але від використання Поратовських матриць «затрати-випуск» дослідники відмовились як від занадто агрегованих [34]. На нараді групи експертів у 1977 р. була запропонована нова методологія вимірювання інформаційного сектору [35] (також заснована на роботі Пората [45]), однак після апробації в деяких країнах було зроблено

---

<sup>6</sup> Такий розподіл за секторами також було запропоновано Махлупом.

висновок про неадекватність статистичної бази<sup>7</sup>. Таким чином, основна «методологічна проблема досліджень полягала в тому, що результати інформаційної діяльності не знаходили адекватного відображення в статистиці» [38], [29]. Ці складнощі обговорювалися в ОЕСР декілька разів, і в 1982 р. було запропоновано розробити чергову концептуальну основу для збору статистичних даних і методологію оцінки впливу інформації, комп'ютерних технологій і зв'язку (*Information, Computer and Communications, ICC*) на економіку. Збір даних на цій основі повинен був охопити інформаційні товари, послуги та розповсюдження (дифузії) інновацій, для чого в складі ICC було виділено три сектори (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

## Структура ICC

Сектор	Короткий зміст	Розгорнутий зміст
ICC-1	Обсяг та вартість Торгівля (імпорт та експорт) Затрати виробництва Акції	
ICC-2	Виробництво та ринок	Вартість Ринок Праця Інвестиції Акції
	Використання	Видатки за типами користувачів Національні видатки Праця
ICC-3	Навколишнє середовище	НДР Патенти Технологічний платіжний баланс Державні видатки на НДР

<sup>7</sup> У цей час акцент змістився на аналіз так званого інформаційного розриву між Європою та США. З використанням методу Пората було проведено дослідження в дев'яти країнах Європи, яке показало, що в них сектор первинної інформації складає близько 20,3 %, більше третини професій пов'язані з інформацією, близько 30 % торгівлі промисловими товарами – з інформаційними продуктами. Дані підтвердили, що структурні зміни відбуваються не тільки в США, але й в інших країнах ОЕСР, отже, спостерігається послідовний перехід до інформаційної економіки, принаймні з боку пропозиції (виробництва товарів та послуг), однак з боку попиту, «споживання інформаційних товарів і послуг як і раніше відіграє досить незначну роль у бюджеті середньої сім'ї».

Однак по закінченню двох років «було відзначено, що заявлені масштаби досліджень були надто амбіційні», а «підготовка керівництва типу Фраскаті може виявитися занадто довгою та вимагати занадто багато ресурсів» [25]. Тому був запропонований «прагматичний» підхід, який «не потребує створення абсолютно нової класифікації, а спирається на фундамент існуючої статистики».

Певною мірою цей підхід дав результати: було складено перелік наявних і запланованих національних статистичних даних по ІСС, виконано аналіз поточної класифікації та баз даних [44], оновлено статистику з інформаційної економіки [28], проведено експериментальне обстеження з виробництва та торгівлі товарами і послугами [33], [40].

У 1988 р. ОЕСР знову повернулася до ідеї розробки «Проміжної Інструкції типу Фраскаті» [30], «прагнучи розробити основи, які допоможуть складанню міжнародно-порівняльних статистичних даних» [27]. Обговорювався проект, підготовлений Стагліним і Філіп-Коном з Німецького інституту економічних досліджень (DIW), представлений експертам ОЕСР у травні 1989 р. [24]. Він мав структуру інструкції, з розділами, що стосуються мети і масштабів, основними визначеннями, методикою збору та інтерпретації статистики, однак і цей проект залишився незавешеним.

### *Третій етап – інформація як технологія.*

У кінці 80-х – на початку 90-х рр. аналіз методологічних проблем, що виникають при дослідженні економічних наслідків впливу інформаційних технологій призвів до чергового зсуву фокуса – з виробництва технологій, що «саме по собі мало сприяє економічному зростанню», на їх (технологій) внесок в економічний розвиток [31], [23]. Це призвело до чергової зміни дефініцій: на зміну терміну «інформаційна економіка» прийшов термін «інформаційне суспільство».

Згідно з ОЕСР, термін «інформаційна економіка» використовується для аналізу впливу інформаційних технологій на економіку (продуктивність, рентабельність, зайнятість), у той час як термін «інформаційне суспільство» введений для аналізу соціальних наслідків використання інформаційно-комунікаційних технологій (способів поведінки, відносин всередині і між спільнотами) [23]. У розробку даної теорії значний внесок здійснили: У. Мартін, С. Хілтц, М. Турофф, М. Кастельс, І. Нінілутто, Б. Гейтс та ін.

Зокрема, Кастельс робив акцент на трьох ключових аспектах інформаційного суспільства<sup>8</sup>: інформаційному, глобальному і мережевому. На його думку, інформаційна складова важлива, «оскільки продуктивність

---

<sup>8</sup> Кастельс називає таке суспільство «інформаційним» (informational society), а не «інформаційним» і тим самим визначає паралель між «інформаційним» і «постіндустріальним» суспільствами.

і конкурентоспроможність факторів або агентів в економіці (чи то фірма, регіон, нація) залежать у першу чергу від їх здатності генерувати, обробляти й ефективно використовувати інформацію, засновану на знаннях. Глобальна – тому що основні види економічної діяльності, такі як виробництво, споживання і циркуляція товарів і послуг, а також їх складові (капітал, праця, сировина, управління, інформація, технологія, ринки), організуються в глобальному масштабі, безпосередньо або з використанням розгалуженої мережі, що пов'язує економічних агентів» [68]. Не менш важливою характеристикою інформаційного суспільства Кастельс вважав мережеву логіку його структури: мережеве товариство «створено мережами виробництва, влади і досвіду, які утворюють культуру віртуальності в глобальних потоках, що перетинають час і простір... Не всі соціальні виміри та інститути дотримуються логіки мережевого суспільства, подібно до того, як індустріальні суспільства протягом довгого часу включали численні доіндустріальні форми людського існування. Але всі суспільства інформаційної епохи дійсно пронизані – з різною інтенсивністю – повсюдною логікою мережевого суспільства, чия динамічна експансія поступово абсорбує і підпорядковує попередні соціальні форми» [68]. Таким чином, згідно з Кастельсом, досягнення високого рівня продуктивності й успіх конкуренції в нових умовах можливо лише всередині глобальної взаємозалежної інформаційної мережі.

Мартін розглядав такі аспекти інформаційного суспільства:

1. Технологічний: ІКТ проникають в усі сфери діяльності.
2. Соціальний: інформація сприяє підвищенню якості життя.
3. Економічний: інформація є основним фактором економічного росту.
4. Політичний: свобода інформації веде до зростання участі різних верств населення в політичному процесі.
5. Культурний: визнається культурна цінність інформації.

На користь концепції інформаційного суспільства він вказував на низку явищ, викликаних, на його думку, поширенням інформаційних технологій: «структурні зміни в економіці, особливо у сфері розподілу робочої сили; ріст усвідомлення важливості інформації та інформаційних технологій; розвиток комп'ютеризації та інформатизації суспільства та освіти; підтримка урядом розвитку інформаційно-комунікаційних технологій» [71]. У зв'язку з цим Мартін визначає інформаційне суспільство «як суспільство, у якому якість життя (а також перспективи соціальних змін та економічного розвитку) безпосередньо залежать від інформації та її використання» [71].

Починаючи з 90-х рр., проблематика побудови інформаційного суспільства почала обговорюватися на засіданнях Великої Сімки, форумі

Європейського співтовариства та ОЕСР, а термін став широко використовуватися в доповідях ООН і Світового банку. У грудні 2001 р. Генеральна Асамблея ООН прийняла Резолюцію 56/183 про Всесвітній Саміт з Інформаційного Суспільства (WCIS, WSIS), який пройшов у два етапи: у грудні 2003 р. в Женеві і в листопаді 2005 р. в Тунісі. Завданням першого етапу WCIS в Женеві була розробка концепції побудови інформаційного суспільства, другого – вирішення проблеми інформаційної нерівності та сприяння максимальному використанню потенціалу інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для всебічного соціально-економічного розвитку.

Для аналізу ефективності вирішення поставлених WCIS завдань Міжнародний союз електрозв'язку (МСЕ)<sup>9</sup> розробив Індекс розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ICT Development Index, IDI) – комбінований показник, що характеризує досягнення країн світу з точки зору розвитку ІКТ (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

## Структура індексу ІКТ

Субіндекс	Показники
Доступ до ІКТ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Лінії фіксованого телефонного зв'язку на 100 чол.</li> <li>– Абонентська плата рухомого стільникового зв'язку на 100 чол.</li> <li>– Пропускна здатність міжнародних каналів Інтернету (біт/с) на одного користувача Інтернету.</li> <li>– Співвідношення домашніх господарств із комп'ютером.</li> <li>– Співвідношення домашніх господарств із доступом в Інтернет</li> </ul>
Використання ІКТ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Користувачі Інтернету на 100 чол.</li> <li>– Абоненти фіксованого широкосмугового доступу до Інтернету на 100 чол.</li> <li>– Абоненти рухомого широкосмугового зв'язку на 100 чол.</li> </ul>
Навички ІКТ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Рівень грамотності дорослих.</li> <li>– Охоплення середньою освітою.</li> <li>– Охоплення вищою освітою</li> </ul>

<sup>9</sup> Міжнародний союз електрозв'язку є провідною установою ООН у галузі інформаційно-комунікаційних технологій та всесвітнім координаційним центром для урядів і приватного сектора з розвитку мереж і служб. Це одна з найстаріших міжнародних організацій, вона була заснована в Парижі 17 травня 1865 р. і мала назву Міжнародного телеграфного союзу. У 1934 р. організація отримала свою нинішню назву, а в 1947 р. стала спеціалізованим підрозділом ООН. На сьогодні до організації входить 191 країна.

Збір статистики для оцінки індексу ІКТ ведеться вже більше 10 років (з 2002 р.) і, з огляду на універсальність складових його показників, збирається практично повсюдно – у рейтингу беруть участь 159 країн світу. На сьогодні це один з показників оцінки розвитку інформаційного суспільства, що найбільш широко використовуються (збірка, яка щорічно випускається МСЕ, так і називається – «Вимірювання інформаційного суспільства» [14]).

Таблиця 1.5

Структура індексу КЕІ<sup>10</sup>

Субіндекс	Показники
Індекс освіти	– Рівень грамотності дорослих. – Охоплення середньою освітою. – Охоплення вищою освітою
Індекс ІКТ	– Лінії фіксованого і мобільного телефонного зв'язку на 1 тис. чол. – Кількість комп'ютерів на 1 тис. чол. <sup>11</sup> – Кількість користувачів Інтернету на 1 тис. чол. <sup>12</sup>
Індекс інновацій	– Сума роялті та ліцензійних платежів на 1 млн чол. <sup>13</sup> – Кількість патентів, виданих United States Patent and Trademark Office (USPTO), на 1 млн чол. – Кількість наукових та технічних статей на 1 млн чол. <sup>14</sup>
Економічне стимулювання та інституціональний режим	– Тарифні та нетарифні бар'єри <sup>15</sup> . – Якість регулятивних заходів <sup>16</sup> . – Влада закону <sup>17</sup>

<sup>10</sup> Індекс економіки знань, на відміну від Індексу знань, оцінює не потенціал країни, а те, наскільки середовище в тій чи іншій країні сприяє тому, щоб знання ефективно використовувалися в економічному розвитку. Для цього на додаток до трьох основних груп факторів додається четверта категорія – економічне стимулювання та інституційний режим.

<sup>11</sup> Для розрахунку показника використовується статистика International Telecommunication Union.

<sup>12</sup> Для розрахунку показника використовується статистика International Telecommunication Union.

<sup>13</sup> Для забезпечення зіставлення інформації різних країн показник розраховується в доларах США.

<sup>14</sup> Для розрахунку показника використовуються дані National Science Foundation – Science and Engineering Indicators.

<sup>15</sup> Оцінка бар'єрів, які обмежують вільну торгівлю: заборони на імпорт, квоти, мита, вимоги щодо ліцензування, сертифікування продукції і т. д.

<sup>16</sup> Оцінка поширення ворожих щодо ринку дій органів влади: контроль цін, надмірний банківський нагляд, неадекватне регулювання зовнішньої торгівлі, розвитку бізнесу і т. д. на основі показника Governance Indicators (Світовий банк).

<sup>17</sup> Оцінка рівня злочинності, ефективності та передбачуваності судової влади, можливості примусового здійснення контрактів і т. д. на основі показника Governance Indicators.

Однак після зсуву фокуса визначення інформації з «товарного» на «технологічний» друге життя отримала і концепція «економіки знань». Один з найбільш комплексних і конструктивних підходів до її вимірювання на основі нової методології був запропонований у 2004 р. Світовим банком (World Bank) у рамках програми Знання для розвитку (Knowledge for Development, K4D). Методологія оцінки знань (The Knowledge Assessment Methodology, КАМ), що описує вплив «інтелектуальності» економіки на довгострокове економічне зростання, лягла в основу розрахунку двох індексів: Індексу знань (The Knowledge Index, KI) та Індексу економіки знань (The Knowledge Economy Index, KEI). Індекс KEI розраховується як середнє арифметичне чотирьох субіндексів, що складаються з часткових показників з однаковими вагами (табл. 1.5).

Порівняльний аналіз індексів IDI і KEI показує, що 6 з 12 складових показників KEI (перші дві групи) фактично збігаються з аналогічними показниками IDI. Щодо відмінностей, то акцент індексу IDI зроблений на технологічних аспектах (пропускна здатність Інтернету, абонентська плата рухомого стільникового зв'язку), у той час як індекс KEI доповнений двома блоками економічних показників (індекс інновацій, економічне стимулювання і інституційний режим). Однак очевидно, що методологія розрахунку KEI досить далека від підходу Махлупа до вимірювання економіки знань, і з точки зору прийнятої термінології найімовірніше може бути використана для оцінки того ж рівня розвитку інформаційного суспільства.

### **Підбиваючи підсумки, зазначимо:**

1. За півстолітню історію розуміння суті інформації змінилося тричі, і кожне нове розуміння (інформація як знання, товар, технологія) викликало появу власної концепції, методології оцінки спостережуваних процесів і відповідної статистичної бази (табл. 1.6).

*Таблиця 1.6*

### **Характеристика основних концепцій інформатизації**

Концепція	Економіка знань	Інформаційна економіка	Інформаційне суспільство
Період	1950–1960 рр.	1970–1980 рр.	1990–2000 рр.
Автори	Махлуп	Порат	Умесао
Привід	Зростання кількості наукових публікацій	Структурні зміни	Технологічна революція
Зміст інформації	Знання	Товар (послуга)	Технологія
Форма інформації	Науково-технічна інформація	Інформаційні товари та послуги	ІКТ
Статистична база	Наукова документація	Бухгалтерський облік	Показники використання ІКТ

2. Введені Махлупом і Поратом терміни «економіка знань» та «інформаційна економіка» для опису структурних змін в економіці сьогодні використовуються нарівні з терміном «інформаційне суспільство», і спираються на ту ж методологічну та статистичну базу при аналізі динаміки своїх показників, що не коректно, тому вони були введені в інших концептуальних рамках. Більше того, у звітних документах ОЕСР термін «інформаційна економіка» фактично використовується як еквівалентний «інформаційному суспільству» [54], у той час як з точки зору показників, що використовуються для його статистичної оцінки, йдеться виключно про ефекти впливу ІКТ на суспільство.

На нашу думку, коли йдеться про оцінку соціальних наслідків використання інформаційно-комунікаційних технологій та побудови рейтингів країн на основі цих показників, слід використовувати термін «інформаційне суспільство».

3. Як і раніше важливим видається аналіз структурних змін в економіці, розуміння того, за рахунок яких чинників (рівень освіти, інформаційні технології, технології на основі мікропроцесора, витрати на НДР, кількість патентів) відбувається зростання сучасної економіки, чи відбувається зміна цих факторів. Для опису таких процесів доцільно повернутися до Поратівського терміна «інформаційна економіка».

### **1.3. Міжнародний досвід інституціалізації інформаційної економіки**

В останні десятиліття наукова риторика з приводу інформаційного суспільства (ІС), а також діяльність міжнародних організацій, спрямована на розробку методології його статистичного аналізу, викликала широке обговорення цієї проблематики на державному рівні. Проблема формування інформаційного суспільства багаторазово піднімалася на нарадах міжнародних організацій. Аналізуючи досвід формування інформаційного суспільства в різних країнах світу, можна виділити три основні моделі:

- 1) Японська модель (якої також дотримуються країни Південно-Східної Азії),
- 2) Американська модель (досвід США використовують Велика Британія, Канада, країни Латинської Америки),
- 3) Європейська модель (її основні напрями взято на озброєння країнами СНГ<sup>18</sup>).

---

<sup>18</sup> Вірменія, Азербайджан, Білорусь, Грузія, Казахстан, Киргизстан, Молдова, Росія, Таджикистан, Туркменістан, Україна, Узбекистан (Грузія вийшла зі Співдружності 18.08.2009 р., але включена в аналіз).

Розглянемо їх докладніше. Тематика інформаційного суспільства вперше була заявлена в 1969 р. у звітах «Японське інформаційне суспільство: теми і підходи» і «Контури політики сприяння інформатизації японського суспільства». «План інформаційного суспільства» (1971) охоплював такі напрямки:

- 1) освіта (допомога в навчанні роботі з комп'ютерами);
- 2) медицина (створення системи термінового надання медичної допомоги);
- 3) формування адміністративного банку даних документів, що створюються посадовими особами;
- 4) створення як моделі інформаційного суспільства комп'ютеризованого міста, де мали надаватися новітні інформаційно-комунікаційні послуги;
- 5) охорона навколишнього середовища (система запобігання забрудненням) [78].

У 1980-ті рр. був запущений процес масової інформатизації Японії, коли, обмеживши монополію великих телекомунікаційних компаній, зусилля були спрямовані на розвиток внутрішньої конкуренції у сфері ІТ (у результаті в 1984 р. найбільша телекомунікаційна компанія NTT (Nippon Telegraph and Telephone) була приватизована і перетворена на приватну) [78]. У результаті, лібералізація ринку телекомунікацій забезпечила зростання конкуренції та підвищення якості послуг при цінах, які постійно знижуються. У 1994 р. Японія приєдналася до проекту «великої сімки» з формування всесвітньої інформаційної інфраструктури [84].

На початку 1990-х рр. був прийнятий «План дій, що передбачає перехід до цифрового (безпаперового) процесу адміністрування», відтоді законодавство Японії регулярно доповнюється нормативно-правовими документами, що регулюють інформаційну сферу: «Про доступ до інформації, що знаходиться у завідуванні адміністративних органів влади» (1999), «Про перехоплення комунікаційних повідомлень» (1999), «Про електронний підпис і послуги сертифікації» (2000), «Про формування передового інформаційного і телекомунікаційного мережевого суспільства» (2000), «Про забезпечення розвитку технологій конвергенції для комунікацій і телерадіомовлення» (2001), «Про захист персональної інформації» (2003) та інші закони й підзаконні акти [77].

У 2001 р. був прийнятий п'ятирічний план «Електронна Японія», специфічними завданнями якого стали:

- 1) будівництво ультрашвидкісної мережі Інтернет та забезпечення повсюдного доступу до неї;
- 2) розробка правил електронної комерції;
- 3) реалізація концепції електронного уряду;

4) підготовка висококваліфікованих кадрів, здатних працювати в «цифрову» епоху [6].

Оскільки всі намічені в стратегії «Електронна Японія» завдання були успішно виконані (чому, зокрема, сприяв успіх програми «Товариство з повсюдними мережами зв'язку» (u-Japan Policy), спрямованої на реалізацію «універсальної інформаційної послуги» [15]), у 2006 р. був прийнятий наступний план – «Стратегія інформаційно-технологічного розвитку країни – 2», завдання якого були сформульовані таким чином [22]:

1) розвиток єдиних мереж зв'язку (100 % населення повинні мати високошвидкісний доступ до Інтернету);

2) забезпечення доступності та комфортності використання ІКТ усіма соціальними групами (80 % населення не повинно відчувати психологічних та інших проблем при використанні ІКТ).

У результаті реалізації цих планів сьогодні в Японії створена законодавча база та розвинена інфраструктура, які забезпечують успішне функціонування інформаційного суспільства. Однак, незважаючи на досягнуті успіхи, у Японії, як і раніше, спостерігається низка проблем, що гальмують його розвиток:

1. Зростання ІС стримується слабоадаптивним реагуванням правової та адміністративної систем на прискорене зростання інформаційної галузі [84].

2. Структура японських підприємств, що відрізняються суворою ієрархією і високим рівнем бюрократизації, гальмує розвиток венчурного бізнесу.

3. У Японії менш розвинена сфера розробки програмного забезпечення (за винятком ігрового) [78].

4. Через культурну закритість японського суспільства населення країни менше (порівняно з США і Західною Європою) користується послугами ІКТ.

Успіхи Японії в побудові інформаційного суспільства задали рамки для аналогічних програм в інших країнах Південно-Східної Азії. Програми інформатизації «азійських тигрів» (Південна Корея, Сінгапур, Тайвань і Гонконг) були реалізовані в найкоротші терміни багато в чому саме завдяки тому, що в їх основі лежав великий японський досвід. Але частково прогрес «тигрів» пояснюється і відсутністю зарегульованої законодавчої бази в цих країнах (порівняно як з Японією, так і з Західною Європою) – формування інформаційного суспільства тут відбувалося практично «з нуля».

Зокрема, у Кореї основи інформатизації були закладені в програмі «Базова національна інформаційна система» (National Basic Information System, NBIS, 1987). За підсумками її виконання була розроблена наступна програма – «Національна інформаційна супермагістраль» (National Infor-

mation SuperHighway, 1994), пізніше перейменована на «Корейську інформаційну інфраструктуру» (Korea Information Infrastructure (KII)) [79]. Головними завданнями цих програм були:

- 1) комп'ютеризація основних сфер діяльності суспільства;
- 2) будівництво нових інформаційно-телекомунікаційних мереж і сучасних ліній зв'язку.

Реалізація плану «Корейська інформаційна інфраструктура» привела до створення передової інфраструктури широкосмугового зв'язку [82].

Для подолання цифрового розриву урядом Кореї були прийняті «Загальний план інформатизації освіти в початкових і середніх школах» (1997), програма «КіберКорея» (1999–2002), «Закон про цифровий розкол» (2000). Сьогодні на державному рівні вирішуються завдання вдосконалення технологій з упором на розробку мультимедійних додатків.

Що стосується ще одного лідера регіону – Сінгапуру – ключові напрямки політики інформатизації країни зафіксовані в таких документах: «Програма комп'ютеризації державної цивільної служби» (1981), «Національний план з інформаційних технологій» (1986), «План ІТ 2000» (Розумний острів – Intelligent Island, 1991), «Основний план з ІКТ 21» (2001). У результаті реалізації цих програм в Сінгапурі розроблена правова база, що забезпечує прискорене формування інформаційного суспільства, створена одна з найкращих у світі телекомунікаційна мережа [82].

Огляд стратегій побудови інформаційного суспільства в Японії і країнах Південно-Східної Азії показав, що основними завданнями державних програм тут є:

- 1) побудова взаємопов'язаних і сумісних телекомунікаційних мереж;
- 2) розробка інформаційних технологій, послуг і програмного забезпечення;
- 3) підготовка кваліфікованих кадрів для роботи в інформаційній сфері.

Інформаційне суспільство в Азійських країнах будується на базі економічного співробітництва держави і ринку, успіх програм інформатизації ґрунтується на державному регулюванні великих вкладень приватного капіталу, а також активній його участі у створенні національної інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури [62].

До проблем інформатизації суспільства країн Південно-Східного регіону належать зростаюча конкуренція у сфері виробництва та впровадження ІКТ, а також необхідність подолання цифрового розриву і забезпечення рівного доступу до інформаційних ресурсів.

Якщо витoki інформаційного суспільства Японії лежали в концептуальній площині і обумовлені теоретичними напрацюваннями Умесау, Масуди, Хаяши, Кохіяма, основи інформаційного суспільства США,

навпаки, були закладені технологічними інноваціями. У 1970-х роках у США відбулися прориви в електроніці: у 1971 р. був винайдений і почав широко розповсюджуватися мікропроцесор, у 1975 р. – мікрокомп'ютер, наприкінці 70-х Microsoft почав виробляти операційні системи. Не менш стрімко розвивалися і мережеві технології: у 1969 р. з'явився перший промисловий електронний комутатор, у середині 1970-х було розроблено цифрове перемикання, запущені в промислове виробництво оптичні волокна, у 1974 р. винайдений TCP/IP-протокол. У 1969 р. Advanced Research Project Agency (ARPA) Міністерства оборони США створило електронну комунікаційну мережу, що виросла в нинішній Інтернет. Таким чином, у 1970-х рр. у США під впливом різних інституціональних, економічних<sup>19</sup> і культурних чинників навколо інформаційних технологій почала складатися нова соціально-економічна парадигма. Законодавча база інформаційного суспільства США почала формуватися на початку 90-х рр. XX ст. широкомасштабним впровадженням технологій електронного уряду в діяльність американських держструктур. У ці роки була затверджена «Національна програма розвитку інформаційної інфраструктури США» (1993) [55], прийнято низку найважливіших нормативно-правових актів: закон «Про зниження паперового документообігу» (1995), закон «Про свободу інформації» (The Freedom of Information Act, 1996), закон Клінджера-Коена «Про реформу використання інформаційних технологій» (1996), закони «Про позбавлення від паперового документообігу в урядових установах» (1998) та «Про Електронний Уряд» (Electronic Government, 1999), меморандум «Про використання інформаційних технологій на користь суспільству» (Use of Informational Technology to Improve Our Society, 1999). До початку нового тисячоліття в США сформувалися не лише законодавчі рамки інформаційного суспільства, а й соціальна база для забезпечення затребуваності електронних послуг – частка користувачів Інтернету становила вже близько 40 % населення країни [86].

Сьогодні діяльність уряду спрямована на вирішення проблем електронної торгівлі, розвиток інфраструктури електронного уряду, застосування ІКТ в охороні здоров'я. Також велика увага приділяється розвитку системи протидії інформаційним загрозам.

До того ж, у сфері телекомунікацій роль державного управління дуже мала, тут функції держави зводяться до мінімуму, його роль полягає в основному в забезпеченні ефективної роботи ринку. Гнучкість американського законодавства стимулює приплив капіталу і прискорений розвиток інформаційних секторів економіки. У результаті, лібералізація

---

<sup>19</sup> Вирішальну роль у стимулюванні розвитку електронної індустрії на ранніх етапах (у 1940–1960-х рр.) відіграло фінансування ВПК.

ринку ІТ з акцентом на технологічну складову забезпечила створення тут найбільшої у світі мережі інформаційних супермагістралей [62].

Що стосується культурних особливостей процесу інформатизації США, тут акцент робиться на розвиток аудіовізуальних розваг, ринок мультимедійної продукції США – найбільший у світі.

Схожі риси побудови інформаційного суспільства мають Велика Британія і Канада, також досвід США активно використовують країни Латинської Америки (Чилі, Аргентина), де з середини 1980-х почалася реформа сфери телекомунікацій<sup>20</sup>.

У цілому, пріоритет приватної ініціативи і гнучке законодавство, спрямоване не на підтримку старих, а на стимулювання нових галузей, прийняті в межах американської моделі, сприяють прискореному переходу до інформаційного суспільства.

У Західній Європі активна інформатизація суспільства почалася з програми «Європейський шлях в інформаційне співтовариство» [53], яка була прийнята Комісією Євросоюзу в 1994 р. А потім була низка національних програм: «Info-Society 2000» (Denmark, 1994); «Finland towards the Information Society – A National Strategy» (1994); «Action Programme for the Information Superhighways: From Metaphor to Action» (Netherlands, 1994); «A Government Agenda for Promoting the Development of the Information Society» (Italy, 1995); «Greek Strategy for the Information Society: A tool for employment, Development and Quality of Life» (1995); «Info-2000: Germany's Way to the Information Society» (1996); «National Information Society Initiative» (Portugal, 1996); «IT Government Bill defined the first IS strategy» (Sweden, 1996); «Information Society Initiative» (UK, 1996); «Austrian strategy and Action plan for Information Society» (1997); «Federal Action Plan for the Information Society» (Belgium, 1997); «Information Society Ireland: Strategy for Action» (1997); «Prepare the entry of France in the Information Society» (1998).

У кінці 1999 р. Європейська Комісія запропонувала черговий план інформатизації – «Електронна Європа», який був спрямований на вирішення таких завдань:

- 1) створення інформаційно-комунікаційної інфраструктури та рівний доступ до неї всіх постачальників послуг;
- 2) законодавче оформлення сфер мультимедійної комунікації та електронної комерції, забезпечення надійного захисту угод і послуг;
- 3) високоякісне наповнення інтерактивних послуг та ефективний електронний уряд;
- 4) підвищення інформаційної кваліфікації громадян;
- 5) глобальне покриття мережами всієї території ЄС.

<sup>20</sup> Тут з метою швидкого поліпшення якості телекомунікаційних послуг спочатку акцент був зроблений на приватизації і лише потім на стимулюванні конкуренції.

На початку нового тисячоліття у два етапи (у 2003 р. в Женеві та у 2005 р. в Тунісі) пройшов Всесвітній Саміт з Інформаційного Суспільства (BCIC, WSIS), на якому питання формування інформаційного суспільства обговорювалися на рівні голів держав-членів ООН (або їх уповноважених представників). До процесу підготовки й участі у Саміті були залучені представники бізнесу та громадських організацій. За результатами роботи Саміту були прийняті два основних документи: «Декларація принципів» і «План дій» [63]. У «Декларації принципів» розглядаються концептуальні питання розвитку інформаційного суспільства соціально-політичного, економічного, технологічного та культурологічного характеру. «План дій» конкретизує ці питання у вигляді переліку таких завдань:

- 1) побудувати відкрите інформаційне суспільство;
- 2) поставити потенціал, закладений у знаннях та ІКТ, на службу розвитку;
- 3) сприяти використанню інформації і знань для досягнення погоджених на міжнародному рівні цілей розвитку;
- 4) вирішувати нові проблеми інформаційного суспільства на національному, регіональному та міжнародному рівнях.

Також «План дій» включав орієнтовні показники застосування ІКТ в країнах-учасниках Саміту і зафіксував дві ключові дати: 2010 р. – термін, до якого всі національні уряди повинні розробити і прийняти «всеосяжні, націлені на перспективу і життєздатні електронні стратегії»; 2015 р. – термін, коли кожній країні належить відзвітувати перед міжнародним співтовариством про досягнення конкретних контрольних показників розвитку інформаційного суспільства [63].

Аналіз європейських програм інформатизації показує, що їх особливістю є виражена соціальна орієнтація. Крім того, європейське законодавство у сфері регулювання ринків праці, товарів і послуг, націлене на захист прав найманих працівників, є менш гнучким, ніж, наприклад, у США, що не сприяє розвитку нових галузей економіки і у результаті гальмує розвиток інформаційного суспільства [62].

Дискусійною є європейська політика в галузі лібералізації сфери телекомунікацій та пов'язане з цим питання пріоритетів: що розвивати в першу чергу – мережі чи послуги, технічне чи інформаційне забезпечення. На відміну від країн Південно-Східної Азії та США, в Європі домінує думка, що рушійним фактором ІС є розвиток послуг ІКТ (у тому числі й тому, що, незважаючи на всі зусилля з лібералізації сектора, у більшості європейських країн будівництво нових мереж все ще є прерогативою невеликого числа операторів) [62].

Щодо культурних особливостей процесу інформатизації відзначимо, що, на відміну від США і країн Південно-Східної Азії, європейський

підхід орієнтований швидше не на сферу розваг (чи то аудіовізуальну, чи то ігрову), а на функціональне та практичне інформування мешканців.

У цілому, сильна соціальна орієнтація і досить жорстке законодавство, спрямоване на захист діючих галузей, слабка лібералізація і зарегульованість сектора ІКТ в межах європейської моделі дещо гальмують процес інформатизації.

У країнах СНД, які наслідують європейську стратегію, процес переходу до інформаційного суспільства оформився дещо пізніше. Зокрема, у 2002 р. була прийнята програма «Електронна Білорусь», у якій обговорювалася інформатизація трьох основних сфер: соціальної, матеріального виробництва та управління. У 2010 р. їй на зміну прийшла створена з урахуванням досвіду країн з аналогічним рівнем розвитку ІКТ «Стратегія розвитку інформаційного суспільства в Республіці Білорусь до 2015 р.» (2010). Найбільш дієвим інструментом її реалізації, за оцінками експертів, є «Національна програма прискореного розвитку послуг у сфері інформаційно-комунікаційних технологій на 2011–2015 рр.» (2011). У Республіці Молдова основою розвитку ІС є «Національна стратегія створення інформаційного суспільства – «Електронна Молдова» (2005), у Казахстані – «Програма з розвитку інформаційних і комунікаційних технологій у Республіці Казахстан на 2010–2014 рр.» (2010) і «Державна програма „Інформаційний Казахстан – 2020”» (2012). Важливі передумови для формування інформаційного простору в країні були створені в рамках реалізації «Концепції формування і розвитку єдиного інформаційного простору казахстанського сегмента мережі Інтернет (Казнет) на 2008–2012 рр.» (2008). «Національна стратегія з інформаційних та комунікаційних технологій в ім'я розвитку Азербайджанської Республіки (на 2003–2012 рр.)» була затверджена у 2003 р. У межах програми було здійснено низку заходів щодо створення правових основ інформаційного суспільства; розвитку людського потенціалу; захисту прав громадян на отримання, розповсюдження і використання інформації; формування електронної держави, електронної торгівлі. Як основний захід Стратегії слід згадати проект «Електронний Азербайджан», реалізований до 2012 р. [79].

У липні 2007 р. Радою Безпеки Росії затверджена «Стратегія розвитку інформаційного суспільства Росії», в якій відображені найважливіші завдання в галузі використання потенціалу ІКТ, а також науки й освіти для покращення якості життя громадян Росії, підвищення конкурентоспроможності та безпеки держави, розширення міжнародного співробітництва, сприяння вирішенню завдань щодо формування глобального інформаційного суспільства [81].

З кінця 1990-х в Україні також було прийнято низку документів, спрямованих на формування інформаційного суспільства: «Національна

програма інформатизації» (1998 р.) [73], указ Президента України «Про заходи щодо розвитку національної складової глобальної інформаційної мережі Інтернет та забезпечення широкого доступу до цієї мережі в Україні» (2000 р.), Закони «Про електронні документи та електронний документообіг» [66] та «Про електронний цифровий підпис» [65] (2003 р.), Закон «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 рр.» (2007 р.) [64], «Концепція розвитку електронного уряду на період до 2015 року» (2010 р.) [70].

Основні положення та стратегічні завдання національних програм в Україні та Росії в цілому аналогічні і спрямовані, у першу чергу, на розвиток інфраструктури ІКТ (табл. 1.7). Однак, незважаючи на декларовані цілі і вживані зусилля, розвиток інформаційного суспільства в країнах СНД не відрізняється високими темпами.

Таблиця 1.7

**Стратегічні завдання національних програм розвитку  
інформаційного суспільства**

<b>Україна</b>	<b>Росія</b>
<b>Формування структури ІКТ та її впровадження</b>	
1) прискорення розробки та впровадження ІКТ в усі сфери суспільного життя; 2) забезпечення комп'ютерної та інформаційної грамотності населення; 3) розвиток національної інформаційної інфраструктури та її інтеграція зі світовою інфраструктурою; 4) створення загальнодержавних інформаційних систем, насамперед у сферах охорони здоров'я, освіти, науки, культури, охорони довкілля; 5) використання ІКТ для вдосконалення державного управління; 6) досягнення ефективної участі всіх регіонів у процесах становлення інформаційного суспільства; 7) державна підтримка використання ІКТ засобами масової інформації	1) формування сучасної інфраструктури ІКТ, надання на її основі якісних послуг і забезпечення високого рівня доступності для населення інформації та технологій; 2) підвищення якості освіти, медичного обслуговування, соціального захисту населення на основі розвитку та використання ІКТ; 3) підвищення ефективності державного управління та місцевого самоврядування, взаємодії громадянського суспільства та бізнесу з органами державної влади, якості та оперативності надання державних послуг

<b>ІКТ, економіка та культура</b>	
1) державна підтримка економічного зростання «електронних» секторів економіки; 2) збереження культурної спадщини України шляхом її електронного документування	1) розвиток науки, технологій і техніки, підготовка кваліфікованих кадрів у сфері ІКТ; 2) розвиток економіки РФ на основі використання ІКТ; 3) збереження культури РФ, зміцнення моральних та патріотичних принципів у суспільній свідомості, розвиток системи культурного та гуманітарного просвітництва
<b>ІКТ та безпека</b>	
1) захист інформаційних прав громадян; 2) вдосконалення законодавства з регулювання інформаційних відносин; 3) поліпшення стану інформаційної безпеки	1) вдосконалення системи державних гарантій конституційних прав людини і громадянина в інформаційній сфері; 2) протидія використанню потенціалу ІКТ з метою загрози національним інтересам Росії

До факторів, що негативно впливають на поширення ІКТ та розвиток ІС в цьому регіоні, на думку експертів [75], [79], належать:

1. Високий рівень залежності ринку СНД від закордонної продукції у сфері інформаційних технологій. При цьому розробки іноземних компаній захищені патентами, вони воліють торгувати готовою продукцією, а не ліцензіями на використання патентів. Це створює високі вхідні бар'єри на високотехнологічні ринки. Проблема посилюється низьким рівнем правового захисту інтелектуальної власності і нерозвиненістю вітчизняного патентного законодавства.

2. Неefективність венчурного бізнесу. Проблема полягає в тому, що високотехнологічний бізнес вимагає великих капіталовкладень при тривалих термінах окупності і великих ризиках. Він вигідний або при низькій прибутковості традиційних галузей економіки (у той час, як у країнах СНД будівництво, торгівля, природні ресурси залишаються надприбутковими), або в умовах потужного державного стимулювання (чого на практиці не спостерігається).

3. Низький престиж освіти (особливо технічної) гальмує розвиток сфери інноваційного виробництва (проблема посилюється «витоком мізків»

і аутсорсингом). Також це призводить до незатребуваності послуг ІКТ (і з боку населення, і з боку держслужбовців), збільшенню інформаційного розриву у використанні ІКТ різними соціальними групами, відсутності масової інтерактивної взаємодії громадян і організацій з органами державної влади внаслідок низької якості і розрізненості державних інформаційних ресурсів.

4. Високі транзакційні витрати (обумовлені також високим рівнем бюрократизації та слаборозвиненою системою логістики) також гальмують розвиток інноваційних секторів економіки та інформаційного суспільства в цілому.

Перераховані проблеми мають комплексний характер, їх усунення потребує значних ресурсів, скоординованого проведення організаційних змін, узгоджених дій органів державної влади та політичної волі, що на практиці, на жаль, не спостерігається.

Узагальнюючи міжнародний досвід інституалізації інформаційного суспільства, можна виділити такі характеристики основних моделей формування національних програм (табл. 1.8).

Таблиця 1.8

**Характеристики основних моделей формування  
національних програм інформатизації**

Пріоритети за сферами	Японська модель	Американська модель	Європейська модель
Макроекономічна політика	Співробітництво держави та ринку	Пріоритет часткової (приватної) ініціативи	Соціальна орієнтація
Технологічна політика	Розвиток ІК мереж	Розвиток ІК мереж	Розвиток ІК послуг
Законодавство	Слабоадаптивне, гальмує розвиток ІС	Направлено на стимулювання нових галузей	Направлено на захист діючих галузей
Характерні особливості	Розвиток сегмента комп'ютерних ігор	Розвиток мульти-медіа	Функціональне інформування громадян

Однак хоча стартові позиції в різних країн були дуже різноманітні і суттєво відрізнялися від їх шляху побудови ІС (обумовлені історичними, економічними та культурними факторами), проте, з часом уряди більшості країн-лідерів ІС прийшли до усвідомлення необхідності уніфікації законодавчої бази (у сфері інновацій, електронної комерції, інтелектуальної власності, кіберзлочинності); лібералізації ринку комунікаційних технологій;

стандартизації технологічних рішень (протоколів зв'язку та ін.). Ці процеси ведуть до прискорення глобалізації світової економіки і, як наслідок, актуалізації збереження культурної унікальності та самоідентифікації.

### Література до розділу

1. Bell D. The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting / D. Bell. – New York : Basic Books, 1973.
2. Bernal J. D. The Social Function of Science, Cambridge / J. D. Bernal. – Mass. : MIT Press, 1948. – P. 292–308.
3. Clark C. Urban Population Densities / C. Clark, A. Fisher // Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General). – 1951. – Vol. 114, № 4.
4. Crawford R. In the Era of Human Capital: the Emergence of Talent, intelligence, and Knowledge as the Worldwide Economic Force and What it means to Managers and Investors / R. Crawford. – N.Y. : Harper Business, 1999.
5. Drucker P. The Age of Discontinuity: Guidelines to Our Changing Society / P. Drucker. – New York : Harper and Row, 1968.
6. E-Japan Strategy [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.kantei.go.jp/foreign/it/network/0122full\\_e.html](http://www.kantei.go.jp/foreign/it/network/0122full_e.html)
7. Frascati Manual. The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development, OECD Publishing, DAS/PD/62.47. – 1962.
8. Gapminder [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.gapminder.org/>
9. GDP Composition By Sector and Labour Force By Occupation [Electronic Resource]. – Way of access : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Индустриализация#/media/File:Gdp-and-labour-force-by-sector.png>
10. Godin B. The Value of Science: Changing Conceptions of Scientific Productivity, 1869-circa 1970, Communication presented to the international conference “The Future of Science, Technology and Innovation Policy: Linking Research and Practice”, SPRU, Brighton, Great Britain. – 2006.
11. Hayek F. Economics and Knowledge / F. Hayek // *Economica*. – 1937. – № 4. – P. 33–54; Stigler G. J. The Economics of Information / G. J. Stigler // *Journal of Political Economy*, LXIX (3). – 1961. – P. 213–225; Stiglitz J. E. Information and Economic Analysis / J. E. Stiglitz in M. Parkin and A. R. Nobay (eds.) // *Current Economic Problems*. – Cambridge : Cambridge University Press, 1974. – P. 27–52; Arrow K. J. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention, in NBER, *The Rate and Direction of Inventive Activity* / K. J. Arrow. – Princeton : Princeton University Press, 1962. – P. 609–625; Boulding K. E. *The Economics of Knowledge and*

the Knowledge of Economics / К. Е. Boulding // American Economic Review. – 1966. – № 56 (1–2). – P. 1–13; Marschak J. Economic Information, Decision and Prediction / J. Marschak. – Dordrecht : Reidel, 1974.

12. Hosono Asahi (Umesao Tadao). Joho sangyo ron. Information Industry Theory: Dawn of the Coming Era of the Ectodermal Industry / Hosono Asahi (Umesao Tadao). – Tokyo, 1963.

13. Internet World Stats [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>

14. ITU Telecom World [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/default.aspx>

15. Japan's New IT Reform Strategy and U-Japan. – Tokyo, 2007.

16. KOF Index of Globalization [Electronic Resource]. – Way of access : <http://globalization.kof.ethz.ch/>

17. Labor Force Statistics from the Current Population Survey, Bureau of labor statistics [Electronic Resource]. – Way of access : <http://data.bls.gov/cgi-bin/surveymost>.

18. Machlup F. The Production and Distribution of Knowledge in the United States / F. Machlup. – Princeton : Princeton University Press, 1962. – P. 15; Махлуп Ф. Производство и распространение знаний в США / Ф. Махлуп. – М. : Прогресс, 1966. – 462 с.

19. National Science Foundation, Division of Science Resources Statistics, National Patterns of R&D Resources (annual series) [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.nsf.gov/statistics/>

20. National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics, and The Patent Board™, special tabulations from Thomson Reuters, SCI and SSCI – 2011 [Electronic Resource]. – Way of access : [http://thomsonreuters.com/products\\_services/science/](http://thomsonreuters.com/products_services/science/).

21. National Science Foundation. Federal Funds for Science, Government Printing Office: Washington. – 1953.

22. New IT Reform Strategy 2006. Realizing Ubiquitous and Universal Network Society where everyone can Enjoy the Benefits of IT. IT Strategy Headquarters [Electronic Resource]. – Tokyo, 2006. – Way of access : <http://www.kantei.go.jp/foreign/policy/it/ITStrategy2006.pdf>.

23. OECD A Framework Document on Information Society Measurements and Analysis, DSTI/ICCP/IIS. – 2003.

24. OECD A Framework for an Interim ICC Manual, DSTI/IP/89.10. – 1989.

25. OECD An Inventory of ICC-Related Data Available at OECD, DSTI/ICCP/85.50. – 1985.

26. OECD Collection of Statistical Data on STI, DAS/SPR/73.94. – 1973; OECD Economics of Information: Summary Record of an ad hoc meeting held in Paris, DAS/STINFO/73.18. – 1973.

27. OECD Detailed Discussion Paper on a Proposed Interim ICC2 Manual, DSTI/IP/89.11. – 1989.
28. OECD Draft Questionnaire on ICC-Based Goods and Services, DSTI/ICCP/86.4. – 1986.
29. OECD Draft Scope and Structure for ICC Statistics, DSTI/ICCP/85.57. – 1985. – P. 3.
30. OECD Draft Summary Record of the Fourth Session, DSTI/ICCP/M (90) 2. – 1990. – P. 11.
31. OECD Economic Implications of Information Technologies: Draft Summary Record of the First Session, DSTI/ICCP/EIIT/88.4. – 1988.
32. OECD Economics of Information Progress Report and Plan for Future Action, DAS/STINFO/69.25. – 1969.
33. OECD Group of National Experts on Statistics for ICC: Summary Record, ICCP (88) 19. – 1988. – P. 1.
34. OECD Macro-Economic Analysis of Information Activities and the Role of Electronic, Telecommunications and Related Technologies, DSTI/ICCP/77.5. – 1977.
35. OECD Mandate of the Group of Experts on Economic Analysis of Information Activities and the Role of Electronic, Telecommunications and Related Technologies, DSTI/ICCP/77.37. – 1977.
36. OECD Notes on the Meeting of Countries Collecting Statistics on Resources Devoted to STI, AS/STINFO/72.22. – 1972.
37. OECD Plan of Action, DAS/CSI/66.209. – 1966.
38. OECD Proposal for the development of a statistical system in the field of information, computer and communications, DSTI/ICCP/82.25, p. 1. – 1982
39. OECD Proposed Standard Practice for Surveys of Scientific and Technical Information Activities, DAS/STINFO/69.9. – 1969.
40. OECD Questionnaire on ICC-Based Goods and Services: An Evaluation of the Results, DSTI/IP/88.7. – 1988.
41. OECD Scientific and Technical Information Policy Group: Summary Record of the 7th Meeting Held in Paris on 26th and 37th June, 1967, RC (67) 15. – 1967. – P. 15.
42. OECD Scientific and Technical Information Policy Group: Summary Record of the 9th Meeting Held in Paris on 17th and 18th July, 1968, RC(68)15. – 1968. – P. 16.
43. OECD Survey on Scientific and Technical Information Activities, op. cit. – 1968. – P. 5.
44. OECD Update of Information Sector Statistics, ICCP (84) 19. – 1984. – (Published as OECD Trends in the Information Economy, Paris. Four new countries participated: Australia, Denmark, Norway and New Zealand. – 1986).

45. Porat M. U. Building a Primary and Secondary Information Sector: A National Income Accounts Manual, DSTI/ICCP/77.26 / M. U. Porat. – 1977; Porat M. U. Policy Uses of a Macroeconomic Model of the Information Sector and of Microeconomic Production Functions, DSTI/ICCP/78.18 / M. U. Porat. – 1978.
46. Porat M. U. The Information Economy, volume 1 / M. U. Porat // Office of Telecommunications, US Department of Commerce. – Washington, 1977.
47. Price D. D. S. Little Science, Big Science. – New York : Columbia University Press, 1963.
48. Price D. D. S. The Exponential Curve of Science // Discovery. – 1956. – P. 240–243.
49. Price D. D. S. Science since Babylon. – New Haven : Yale University Press, 1961.
50. Quastler H. Essays on the Use of Information Theory in Biology / H. Quastler. – Urbana : University of Illinois Press, 1953; Watson J. D. Genetical Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid / Watson J. D. and Crick F. // Nature, 171. – 1953. – P. 964–967.
51. Science and Engineering Indicators 2010 [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.nsf.gov/statistics/seind10/>
52. Science and Engineering Indicators 2012 [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.nsf.gov/statistics/seind12/c5/c5s4.htm>
53. The National Information Infrastructure: Agenda for action [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content\\_storage\\_01/0000019b/80/13/35/2a.pdf](http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/13/35/2a.pdf)
54. The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.oecd.org/sti/measuringtheinformationeconomy.htm>
55. The Priority Policy Program – 2007 [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.kantei.go.jp/foreign/policy/it/Program2007.pdf>
56. The World Economic Forum [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.weforum.org/issues/global-information-technology/the-great-transformation/network-readiness-index>
57. Three Future Waves of Innovation in E-Commerce for Fashion & Apparel [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.forbes.com/sites/matthewcarroll/2011/11/01/3-future-waves-of-innovation-in-e-commerce-for-fashion-apparel-quora/>
58. UNESCO Guide to Statistics on Scientific and Technological Information and Documentation (STID), ST-84/WS/18. – Paris, 1984.
59. UNESCO Meeting of Experts on the Methodology of Data Collection on STID Activities, 1–3 October 1985, Background Paper, ST-85/CONF.603/COL.1. – Paris, 1985. – P. 26–29.

60. Wiener N. Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and Machine / N. Wiener. – Cambridge (Mass.) : MIT Press, 1948; Shannon C. E. The Mathematical Theory of Communication / C. E. Shannon // Bell System Technical Journal. – 1948. – № 27 (3–4). – P. 379–423.

61. Белл Д. Социальные рамки информационного общества. Новая технократическая волна на Западе / Д. Белл. – М. : Прогресс, 1986. – 450 с.

62. Вершинская О. Н. Существующие модели построения информационного общества / О. Н. Вершинская // Информационное общество. – 1999. – № 3.

63. Всемирный саммит по информационному обществу. Публикация №070822/a/1, МОО ВПП ЮНЕСКО «Информация для всех» [Электронный ресурс]. – Москва, 2007. – Режим доступа : [www.ifap.ru/library/book193.pdf](http://www.ifap.ru/library/book193.pdf)

64. Закон «Об Основных принципах развития информационного общества в Украине на 2007–2015гг.» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/JE0MN00I.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/JE0MN00I.html)

65. Закон «Об электронной цифровой подписи» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.utn.com.ua/doc/pdf/law/law\\_ukr.pdf](http://www.utn.com.ua/doc/pdf/law/law_ukr.pdf)

66. Закон «Об электронных документах и электронном документо-обороте» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.base.spinform.ru/show\\_doc.fwx?Regnom=11196](http://www.base.spinform.ru/show_doc.fwx?Regnom=11196)

67. Карышев М. Ю. Статистический анализ процесса глобализации информационной экономики / М. Ю. Карышев // Вопросы экономики и права. – 2011. – № 5. – С. 183–188.

68. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество, культура / М. Кастельс ; под ред. О. И. Шкаратана. – М., 2000. – 608 с.

69. Колядин А. П. Структурные элементы человеческого капитала / А. П. Колядин // Экономический вестник Ростовского государственного университета. – 2006. – Т. 4, № 2.

70. Концепция развития электронного правительства на период до 2015 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.kmu.gov.ua/control/ru/publish/article?art\\_id=243931702&cat\\_id=243342012](http://www.kmu.gov.ua/control/ru/publish/article?art_id=243931702&cat_id=243342012)

71. Мартин У. Дж. Информационное общество (Реферат) / У. Дж. Мартин // Теория и практика общественно-научной информации. Ежеквартальник / АН СССР. ИНИОН ; редкол. : В. А. Виноградов (гл. ред.) и др. – М., 1990. – № 3. – С. 115–123.

72. Михайлов А. А. Развитие коммуникационно-информационной технологии в Японии: проблемы и достижения / А. А. Михайлов // Япония 1998–1999. Ежегодник. – М., 1999. – С. 155, 157.

73. Национальная программа информатизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.nbu.gov.ua/law/98\\_inf.html](http://www.nbu.gov.ua/law/98_inf.html)

74. Пидоймо Л. П. Сущность категорий «информационное общество», «информационная экономика» / Л. П. Пидоймо, Е. В. Бутурлакина // Современная экономика: проблемы и решения. – 2010. – № 4 (4).

75. Почему в России почти нет гражданского/коммерческого высокотехнологичного производства? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://habrahabr.ru/post/218171/>

76. ПРООН Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://un.by/ru/undp/db/00011749.html>

77. Савинцева М. И. Конституционно-правовые проблемы регулирования информационных отношений в Японии: История и современность : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. юрид. наук : специальность 12.00.02 «Конституционное право; Муниципальное право» / М. И. Савинцева ; науч. рук. С. А. Авакьян. – М., 2007. – 26 с.

78. Савинцева М. И. Правовое регулирование информационно-телекоммуникационной сферы и направлений развития информационного общества Японии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.telecomlaw.ru/articles/Savin\\_japantelecomc.html](http://www.telecomlaw.ru/articles/Savin_japantelecomc.html)

79. Состояние, проблемы и перспективы развития информационного общества в СНГ // Исполнительный комитет СНГ. – Москва, 2012.

80. Стоуньер Т. Информационное богатство: профиль постиндустриальной экономики Новая технократическая волна на Западе / Т. Стоуньер. – М. : Прогресс, 1986. – 450 с.

81. Стратегия развития информационного общества России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.rg.ru/2008/02/16/informacia-strategia-dok.html>

82. Ткачева Н. В. Сингапур и Южная Корея: социальные измерения информационного общества [Электронный ресурс] / Н. В. Ткачева. – Режим доступа : <http://emag.iis.ru/arc/infosoc/emag.nsf/BPA/e4384e5b165bb127c3256efa003ef15b>

83. Тоффлер О. Будущее труда Новая технократическая волна на Западе / О. Тоффлер. – М. : Прогресс, 1986. – 450 с.

84. Федорова Т. С. Национальные модели информационного общества. [Электронный ресурс] / Т. С. Федорова. – Режим доступа : [http://www.ifarcom.ru/files/Monitoring/fedorova\\_nac\\_modeli.pdf](http://www.ifarcom.ru/files/Monitoring/fedorova_nac_modeli.pdf)

85. Хаяши Ю. Информационное общество: от жесткого к гибкому обществу / Ю. Хаяши. – 1969. – 127 с.

86. Хохлова Н. Мировые «электронные правительства» идут по пути «одного окна» [Электронный ресурс] / Н. Хохлова. – Режим доступа : [http://www.cnews.ru/reviews/free/gov2008/articles/zarubej\\_opit\\_el\\_gov.shtml](http://www.cnews.ru/reviews/free/gov2008/articles/zarubej_opit_el_gov.shtml)

87. Чухно А. Модернизация экономики и экономическая теория / А. Чухно // Вопросы политической экономии. – 2012. – № 4 (5). – С. 5–18.

## РОЗДІЛ 2

### СТАТИСТИЧНІ ПРОФІЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ

#### 2.1. Моніторинг розвитку інформаційної економіки

У міру усвідомлення змін, які відбуваються завдяки формуванню інформаційної економіки, приходило розуміння того, що інструменти, які застосовувалися для оцінки індустріальної економіки, стають все менш придатними в нових умовах. Показники, що базуються на статистичних даних (наприклад, обсяг валового внутрішнього продукту), не беруть до уваги чинники, що забезпечують зростання сучасної економіки. Однак і методологія Пората (автора концепції інформаційної економіки), заснована на використанні системи національних рахунків і матриць витрати-випуск, виявилася непридатною для використання з огляду на високий ступінь агрегування, відсутність необхідної статистичної бази та інші фактори, розглянуті у першому розділі.

У результаті багаторічних спроб створення методології, що дозволяє досліджувати ефекти впливу інформаційно-комунікаційних технологій на розвиток економіки і суспільства, фокус змістився на оцінку внеску технологій в економічний розвиток. Для інтегральної характеристики рівня розвитку інформаційної економіки та її структурних елементів були розроблені композиційні ІКТ-індекси (е-індекси), побудовані на базі наборів ІКТ-індикаторів, вибір і методика розрахунку яких істотно залежать від цілей і пріоритетів аналізу. До найбільш поширених (за охопленням країн) е-індексам відносяться:

1. Information Society Index
2. E-Readiness Index
3. Knowledge Economy Index
4. E-Government Development Index
5. ICT Development Index
6. Digital Access Index
7. Technology Achievement Index
8. Networked Readiness Index
9. Digital Opportunity Index
10. ICT Opportunity Index
11. ICT Diffusion Index
12. Global Competitiveness Index
13. Global Innovation Index
14. Infostates

Розглянемо наведені індекси докладніше.

1. Індекс інформаційного суспільства (Information Society Index, ISI) розраховується Корпорацією міжнародних даних (IDC) спільно з World Times для 53 країн, починаючи з 1997 р. [27]. До складу ISI входить 15 часткових показників, згрупованих у 4 категорії: 1) комп'ютери, 2) телекомунікації, 3) Інтернет, 4) соціальний розвиток суспільства. У перших трьох категоріях враховані кількість ПК на душу населення, витрати на ПЗ та ІТ-послуги, кількість користувачів Інтернету, поширеність широко-смугового та бездротового доступу, мобільного зв'язку і т. д. Остання категорія оцінює можливості вільного розповсюдження і отримання інформації, якість освіти, дотримання громадянських свобод, рівень корупції в державі [31].

2. Індекс електронної готовності (E-Readiness Index, ERI) розроблений компанією Economist Intelligence Unit (EIU) спільно з Інститутом бізнес-цінностей IBM у 2000 р. Індекс ERI включає шість складових: 1) інфраструктура підключення і технологій; 2) бізнес-оточення; 3) соціальне й культурне середовище; 4) правове середовище; 5) державна політика і стратегія; 6) прийняття суспільством та бізнесом [24].

3. Індекс економіки знань (Knowledge Economy Index, KEI) розраховується на основі «Методології оцінки знань» (The Knowledge Assessment Methodology – КАМ), запропонованої Світовим банком (СБ). Методика включає 109 структурних і якісних показників<sup>21</sup> [26].

4. Індекс розвитку електронного уряду (E-Government Development Index, EGDI) розроблений у рамках програми ООН з питань державного управління (UNPAP) і випускається раз на два роки. У 2014 р. дослідження охопило 193 країни (вимірювання проводилися для більшого числа держав, однак частина з них не включена в підсумковий рейтинг через відсутність достовірних статистичних даних).<sup>22</sup> Індекс EGDI включає три групи показників: 1) ступінь охоплення і якість Інтернет-послуг, 2) рівень розвитку ІКТ-інфраструктури, 3) людський капітал.

5. Індекс розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ICT Development Index, IDI) розраховується за методикою Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ – International Telecommunication Union, ITU<sup>23</sup>) [33]. У звіт за 2014 р. включені дані щодо 157 країн<sup>24</sup>. Індекс IDI складається з трьох субіндексів: 1) субіндексу доступу, 2) субіндексу використання і 3) субіндексу практичних навичок, кожен з яких відображає різні аспекти і компоненти процесу розвитку ІКТ [1].

<sup>21</sup> За індексом економіки знань у 2012 р. Україна посіла 56 місце [28].

<sup>22</sup> За індексом розвитку електронного уряду у 2014 р. Україна посіла 87 місце [39].

<sup>23</sup> Спеціалізований підрозділ ООН, який визначає світові стандарти в області ІКТ.

<sup>24</sup> За індексом IDI у 2012 р. Україна посіла 68 місце [17].

6. Індекс цифрової доступності (Digital Access Index, DAI) розроблений у 2003 р. підрозділом з аналізу інформаційних та статистичних ринків МСЕ і розрахований для 181 країни [39]. Індекс DAI побудований на основі чотирьох складових: 1) інфраструктура, 2) доступність, 3) знання і якість, 4) фактичне використання ІКТ.

7. Індекс технологічних досягнень (Technology Achievement Index, Tai) включає чотири блоки показників: 1) створення нових технологій; 2) поширення інновацій; 3) поширення існуючих технологій, які продовжують працювати в індустріальну і мережеву епохи; 4) побудова бази людських навичок для створення та прийняття технологій [3].

8. Індекс мережевої готовності (Networked Readiness Index, NRI) розраховується Всесвітнім економічним форумом (WEF) і міжнародною школою бізнесу INSEAD з 2002 р. У 2013 р. до проекту приєдналася Вища школа управління імені Семюела Кертиса Джонсона при Корнельському університеті (Samuel Curtis Johnson Graduate School of Management) [30]. Індекс NRI вимірює рівень розвитку ІКТ за 68 параметрами, об'єднаними в три групи: 1) зовнішнє середовище; 2) готовність держави, бізнесу та громадянського суспільства до використання ІКТ; 3) використання ІКТ державою, бізнесом і громадянським суспільством [36]. Індекс NRI розраховується на основі статистичних даних міжнародних організацій (ООН, МСЕ, СБ та ін.), а також результатів щорічного комплексного опитування думки керівників, проведеного WEF спільно з партнерськими інституціями. У звіті WEF за 2014 р. представлені дані 148 країн світу<sup>25</sup>.

9. Індекс цифрових можливостей (Digital Opportunity Index, DOI) розраховується на основі 11 показників ІКТ, згрупованих у 3 субіндекси: 1) можливість, 2) інфраструктура і 3) використання. Індекс розраховувався для 181 країни за 2004–2006 рр., також доступні дані для 62 країн за 2000–2006 рр. [5].

10. Індекс можливостей розвитку ІКТ (ICT Opportunity Index, ICT-OI) розроблений у 2002–2003 рр. МСЕ. ICT-OI складається з двох підіндексів: 1) інформаційна щільність (InfoDensity), яка оцінюється на основі розвитку мереж (Networks Index) і кваліфікації (Skills Index); 2) використання ІКТ, що оцінюється на основі сприйнятливості ІКТ (Uptake Index) та інтенсивності використання (Intensity Index) [37].

11. Індекс дифузії ІКТ (ICT Diffusion Index, ICT-DI) розраховується на основі двох груп показників: 1) зв'язок (виміряна за кількістю інтернет-хостів, персональних комп'ютерів, телефонних ліній та абонентів мобільного зв'язку на душу населення); 2) доступ (вимірюється кількістю Інтернет-користувачів, рівнем грамотності дорослого населення, вартістю місцевого дзвінка і ВВП на душу населення) [37].

<sup>25</sup> За індексом мережевої готовності у 2014 р. Україна посіла 81-е місце [30].

12. Індекс глобальної конкурентоспроможності (Global Competitiveness Index, GCI) розраховується за методикою WEF на основі загальнодоступних статистичних даних і результатів глобального опитування керівників компаній (щорічного дослідження, яке проводиться WEF спільно з мережею партнерських організацій). Дослідження проводиться з 2004 р. Індекс GCI складається з 113 часткових показників, об'єднаних у 12 субіндексів: 1) якість інститутів, 2) інфраструктура, 3) макроекономічна стабільність, 4) здоров'я і початкова освіта, 5) вища освіта та професійна підготовка, 6) ефективність ринку товарів і послуг, 7) ефективність ринку праці, 8) розвиненість фінансового ринку, 9) рівень технологічного розвитку, 10) розмір внутрішнього ринку, 11) конкурентоспроможність компаній, 12) інноваційний потенціал [29].

13. Глобальний індекс інновацій (Global Innovation Index, GII) розроблений Європейським інститутом ділового адміністрування (INSEAD) у співпраці з Конфедерацією індійської промисловості за підтримки Canon Inc. Даний індекс являє собою комплексну оцінку інноваційного розвитку за 60 показниками в 132 країнах світу. Показники включені у 2 розділи: 1) вхід інновацій; 2) вихід інновацій<sup>26</sup> [27].

14. Індекс цифрового поділу (Infostates, IS) запропонований Orbicom і Міжнародною мережею кафедр ЮНЕСКО в галузі зв'язку. Індекс включає два зведених показники: 1) інфощільність (запаси капіталу і робочої сили ІКТ, навички у сфері ІКТ, необхідні для функціонування інформаційного, орієнтованого на знання суспільства) і 2) інфовикористання (поток ІКТ, інтенсивність їх фактичного використання домашніми господарствами, підприємствами та урядом) [18].

Зведена інформація про розглянуті індекси представлена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

### Індекси розвитку інформаційної економіки

№	Позначення	Повна назва	Автор	Перша публікація	Кількість країн
1	ISI	Information Society Index	IDC	1997	53
2	ERI	E-Readiness Index	EIU	2000	70
3	KEI	Knowledge Economy Index	WEF	2005	140
4	EGDI	E-Government Development Index	UNPAP	2002	182
5	IDI	ICT Development Index	ITU	2002	154
6	DAI	Digital Access Index	ITU	2003	178
7	TAI	Technology Achievement Index	UNDP	2001	72

<sup>26</sup> За індексом GII Україна у 2014 р. посіла 63 місце [39].

№	Позначення	Повна назва	Автор	Перша публікація	Кількість країн
8	NRI	Networked Readiness Index	WEF	2002	148
9	DOI	Digital Opportunity Index	ITU	2005	181
10	ICT-OI	ICT Opportunity Index	ITU	2005	183
11	ICT-DI	ICT Diffusion Index	UNCTAD	2006	180
12	GII	Global Innovation Index	INSEAD	2007	143
13	GCI	The Global Competitiveness Index	WEF	2004	144
14	IS	Infostates	ORBICOM	2003	183

Як видно з рис. 2.1, 80 % індексів розраховуються для більш ніж 140 країн, хоча є і менш поширені індекси (наприклад, ISI, ERI, TAI), які оцінюються для обмеженого числа найбільш розвинених країн з метою врахування особливостей їх розвитку<sup>27</sup>.

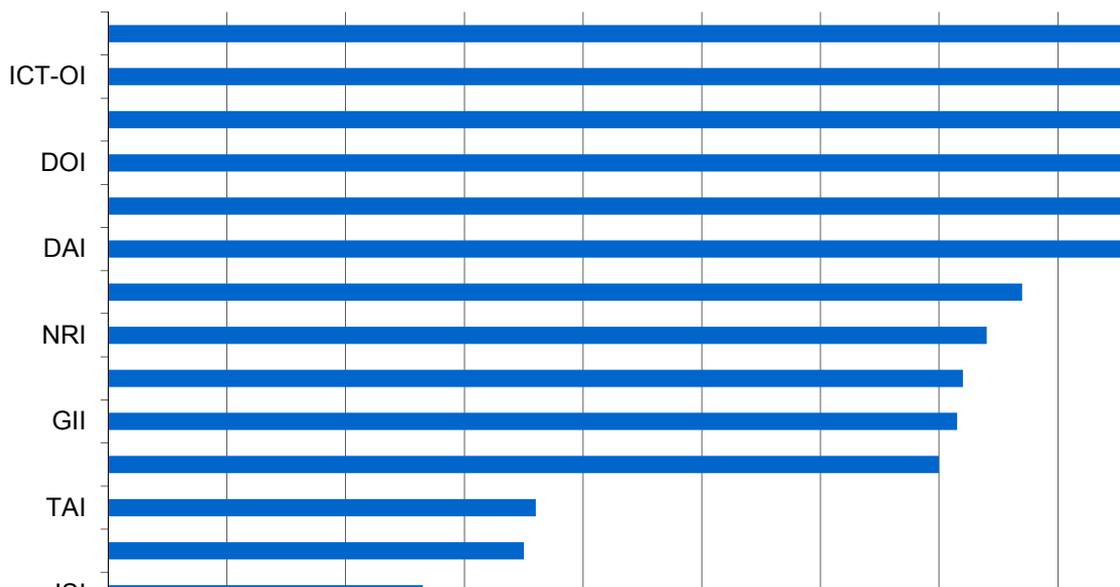


Рис. 2.1 – Зведені індекси за кількістю країн, які аналізуються

Оскільки частина з перерахованих чотирнадцяти е-індексів оцінювалися і оприлюднювалися лише кілька разів, а за деякими показниками

<sup>27</sup> Якщо метою зведеного індексу є дослідження у всесвітньому масштабі, його складові повинні достовірно відображати різноманітні проблеми інформаційного суспільства. Також вони повинні забезпечити можливість порівняння показників країн на різних етапах розвитку і в різному культурному контексті [26]. Можна припустити, що для досягнення такого результату потрібно використовувати різні алгоритми при підрахунках для різних груп країн. Хоча з методологічної точки зору такий підхід бажаний, він унеможливує побудову єдиного рейтингу у світовому масштабі. Хоча в принципі існують зведені індекси розвитку інформаційного суспільства, у методології яких країни групуються за рівнем розвитку і для кожної групи використовується своя методика розрахунку, серед розглянутих індексів усі використовують єдиний підхід.

немає даних у вільному доступі, для подальшого дослідження було обрано такі індекси: KEI, IDI, EGDI, GII, NRI, GCI (додаток А). На підставі значень перерахованих шести е-індексів було проведено ранжування країн, фрагмент якого представлений у табл. 2.2 (повний список див. у додатку Б).

Перевірка узгодженості на підставі коефіцієнта конкордації Кендалла (для пов'язаних рангів) показала, що ранжування країн на підставі значення шести вказаних е-індексів з довірчою ймовірністю 99 % можна визнати високо узгодженим (коефіцієнт конкордації дорівнює 0.91, емпіричне значення статистики  $\chi^2$  склало 517, що перевищило критичне значення статистики  $\chi^2_{\text{крит}} = 130$ ).

Таблиця 2.2

### Результати ранжирування країн за значенням е-індексів

Країна	Ранг за KEI	Ранг за GII	Ранг за IDI	Ранг за EGDI	Ранг за NRI	Ранг за GCI
Республіка Корея	26	18	1	1	9	22,5
Швеція	1	2	2	13	2	8
Данія	3	6	3	15	7	10,5
Ісландія	15	15	4	18	14	27
Фінляндія	2	3	5	9	1	4
...	...	...	...	...	...	...
Україна	48	51	50	66	61	65,5
...	...	...	...	...	...	...
Ефіопія	96	95	94	91	92	86,5
Буркіна-Фасо	90	91,5	95	95	93	95,5

Аналіз значень парних коефіцієнтів кореляції між рядами величин індексів KEI, IDI, EGDI, GII, NRI, GCI для 96 країн, які були оцінені за всіма зазначеними індексами у 2013 р. (див. табл. 2.3) дозволяє з довірчою ймовірністю не менше 95 % говорити про наявність сильної ймовірнісної лінійної залежності між значеннями досліджуваних індексів.

Таблиця 2.3

### Парні коефіцієнти кореляції е-індексів

Індекс	KEI	GI	IDI	EGDI	NRI	GCI
KEI	1	0,92	0,92	0,92	0,90	0,81
GI	#	1	0,87	0,86	0,94	0,88
IDI	#	#	1	0,91	0,88	0,81
EGDI	#	#	#	1	0,91	0,82
NRI	#	#	#	#	1	0,92
GCI	#	#	#	#	#	1

Таким чином, можна зробити висновок про те, що е-індекси KEI, IDI, EGDI, GII, NRI, GCI є високо узгодженими і сильно корельованими між собою.

Розглянемо структуру зведених е-індексів, основні характеристики яких представлені в табл. 2.4.

Оскільки наведені в табл. 2.4 е-індекси є композиційними і містять у своєму складі безліч часткових показників, що відображають ті чи інші аспекти формування інформаційної економіки, було поставлено завдання обґрунтування набору показників, використання яких найбільш доцільно для моніторингу її розвитку.

Таблиця 2.4

### Основні характеристики зведених е-індексів

№	Позначення	Часткові показники	Суб-індекси	Достовірні	Експертні	ІКТ	Не ІКТ
1	ISI	15	4	13	2	11	4
2	ERI	100	6	50	50	20	80
3	KEI	12	4	9	3	3	9
4	EGDI	8	3	8	0	6	2
5	IDI	11	3	11	0	8	3
6	DAI	8	5	8	0	6	2
7	TAI	8	4	8	0	2	6
8	NRI	68	3	27	41	29	39
9	DOI	11	3	11	0	11	0
10	ICT-OI	10	2	10	0	8	2
11	ICT-DI	8	2	8	0	6	2
12	GI	81	2	60	21	4	77
13	GCI	113	3	38	75	12	101
14	IS	10	2	10	0	8	2

Для її вирішення було запропоновано ряд етапів:

- 1) порівняльний аналіз структури зведених індексів;
- 2) якісний аналіз структури зведених індексів;
- 3) функціональний аналіз структури зведених індексів;
- 4) виділення «ядра» зведених е-індексів, його «оболонки» і «хмари» рідкісних показників;
- 5) аналіз перетину е-індексів з «ядром».

Аналіз рис. 2.2 показує, що 80 % індексів будуються на основі не більше 15 часткових показників, що складають субіндекси, які потім групуються в підсумкові індекси. Простота структури зведених е-індексів забезпечує прозорість інтерпретації, а їх багатовимірність дозволяє врахувати широкий спектр завдань, що стосуються формування інформаційної економіки.

Найбільше число часткових показників (близько ста) входить до складу індексів Глобальної конкурентоспроможності (GCI) та Електронної готовності (ERI). Також велика кількість показників включають Глобальний інноваційний індекс (GII) – 81 та Індекс мережевої готовності (NRI) – 68.

Найменше число часткових показників серед аналізованих індексів – вісім – входить до складу чотирьох індексів: Цифрового доступу (DAI), Технологічних досягнень (TAI), Розвитку електронного уряду (EGDI) і Поширення ІКТ (ICT-DI). У цілому, тільки чотири індекси містять більше 60 часткових показників, решта 10 – менше 30.

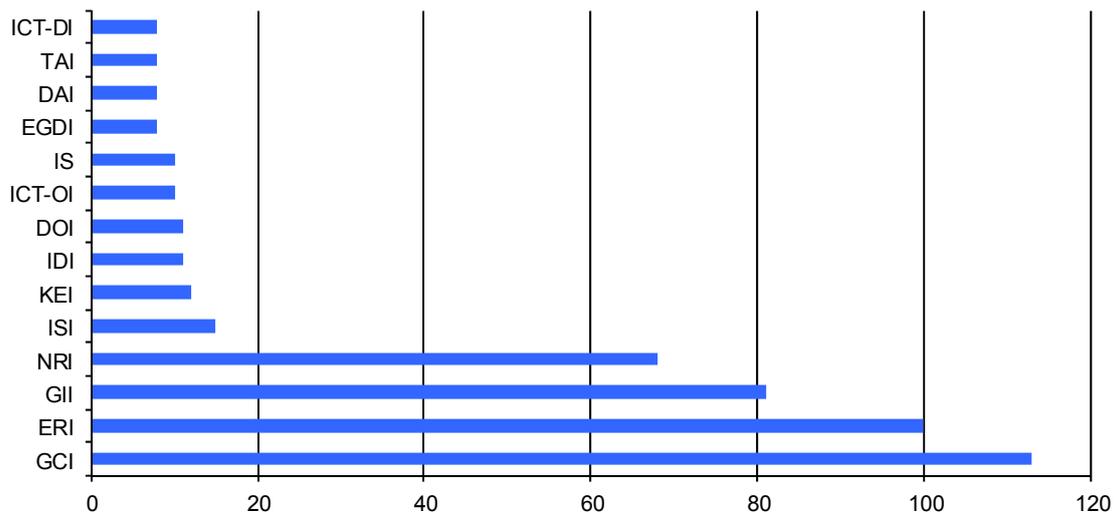


Рис. 2.2 – Зведені індекси за кількістю часткових показників

У методології всіх аналізованих зведених індексів часткові показники агрегуються спочатку в субіндекси, після чого відбувається підрахунок значення підсумкових е-індексів (рис. 2.3).

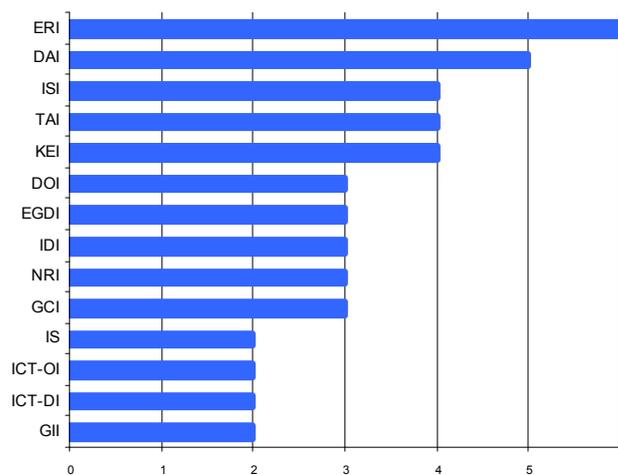
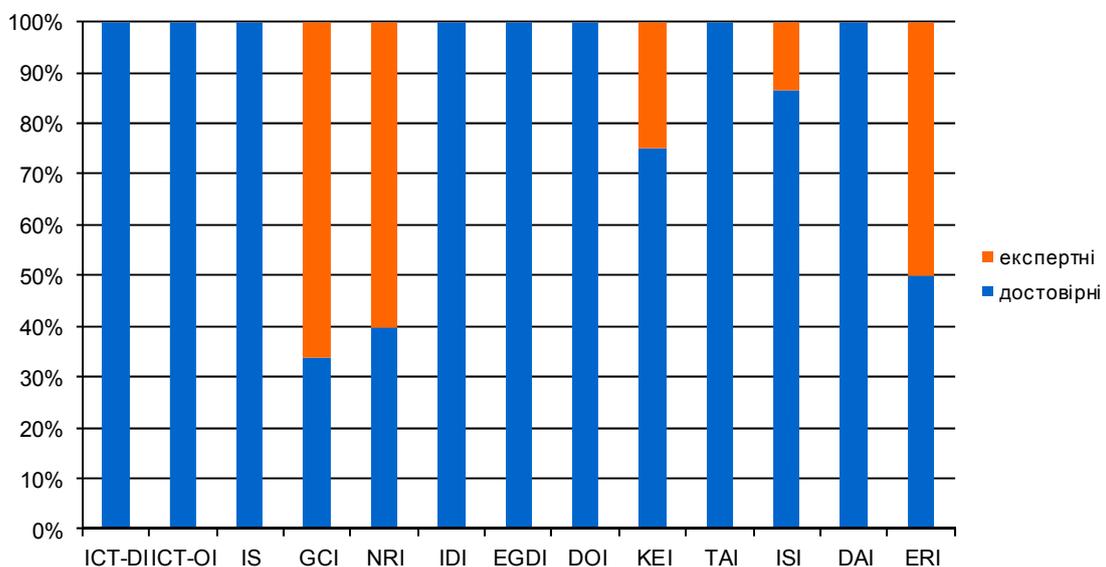


Рис. 2.3 – Кількість субіндексів, які використовуються

Розглянуті показники використовують від 2 до 6 субіндексів (рис. 2.3): до складу індексу електронної готовності (ERI) входить 6 субіндексів,

індексу цифрового доступу – 5, три індекси використовують 4 субіндекси (KEI, TAI, ISI), шість – 3 субіндекси (M/II, EGDI, DOI, IDI, NRI, GCI) і чотири – 2 субіндекси (ICT-OI, IS, ICT-DI, GII). Застосування субіндексів спрощують інтерпретацію індексу.

Аналіз е-індексів з точки зору якісної структури (рис. 2.4) показав, що поряд із достовірною інформацією (hard data) існує низка показників зі значною часткою даних, які не перевіряються (soft data). Під достовірними даними маються на увазі статистичні дані з офіційних джерел (національні статистичні управління, міжнародні організації), які були отримані емпіричним шляхом і можуть бути перевірені. Непереверені дані являють собою інформацію, отриману з опитувань і на основі експертних оцінок, виконаних авторами досліджень.

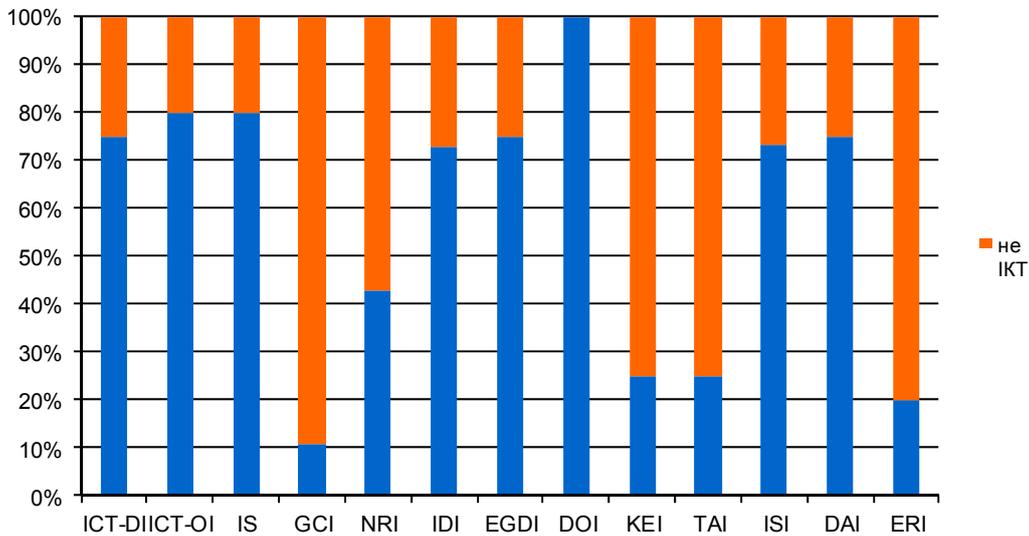


**Рис. 2.4 – Зведені індекси за процентним співвідношенням достовірних і непереверених даних у їх складі**

Рис. 2.4 демонструє, що при побудові восьми з чотирнадцяти індексів використовуються виключно достовірні дані (ICT-DI, EGDI, TAI, DAI, IS, ICT-OI, IDI, DOI), і лише три індекси складаються переважно з непереверених даних – це NRI (60,29 %), ERI (50 %) і GCI (66,37 %). При цьому, хоча в методологіях розрахунку NRI (включає 68 часткових показників) та GCI (113 часткових показників) наводиться повний список часткових показників із зазначенням джерел, у разі посилання на власні опитування, розробники не дають доступу до вихідних даних, а повторення подібних досліджень не є можливим. Більше того, для індексу ERI (100 часткових показників) методологія дослідження та розрахунку індексу наводиться не повністю, що також не дає можливості перевірити дані. Звичайно, на підставі цих фактів не можна стверджувати, що вищезазначені індекси не є надійними, очевидно, що через їх комерційну природу не вся інформація

знаходиться у відкритому доступі, однак це означає, що перед ухваленням рішення, наприклад про інвестиції, необхідні додаткові дослідження.

Функціональний аналіз структури полягає в дослідженні частки показників ІКТ в загальному обсязі часткових показників (рис. 2.5).



**Рис. 2.5 – Аналізовані зведені індекси залежно від кількості часткових показників, що мають пряме відношення до ІКТ**

Справа в тому, що на ранніх етапах дослідження інформаційної економіки (у рамках концепції «інформація як технологія») акцент робився переважно на інформаційній інфраструктурі. Тепер же через багатомірність і складність питань, пов'язаних із формуванням інформаційної економіки, у складі зведених показників зросла кількість змінних, які не мають прямого відношення до розповсюдження та використання ІКТ.

З 14 аналізованих зведених індексів лише один (DOI) використовує виключно пов'язані з ІКТ часткові показники, решта 13 поєднують їх з показниками, що описують соціально-економічні характеристики суспільства, при чому шість із них (GII, GCI, ERI, KEI, TAI, NRI) більше ніж на половину складаються з показників, не пов'язаних безпосередньо з ІКТ<sup>28</sup>.

<sup>28</sup> Це може бути виправдано тим, що сама природа проблеми інформаційного суспільства досить складна, її не можна вимірювати тільки показниками застосування інформаційних технологій. Адже успішне застосування ІКТ залежить більше від характеристик, що не мають чіткого зв'язку з ІКТ (наприклад, рівень освіти), а не тільки від параметрів інформаційної інфраструктури. Однак навіть вимірюючи приблизно одні й ті ж соціально-економічні властивості суспільства, для індексів з великою кількістю часткових показників часто використовують різні дані (наприклад, для оцінки загального добробуту певної країни в індексі GCI, серед іншого, використовуються показники кількості випадків захворювання на малярію, туберкульоз, поширення ВІЛ, тоді як в інших індексах охорона здоров'я практично не розглядається). Також часто розглядається кореляція між зведеним індексом і зовнішніми змінними. Цей аналіз проводиться в таких дослідженнях: ICT-DI/UNCTAD, EGDI, IS/Orbicom, ICT-OI/ITU, IDI/ITU, DOI/ITU, GII/INSEAD, NRI/WEF, GCI/WEF.

На наступному етапі дослідження були проаналізовані часткові показники з точки зору частоти їх використання для побудови різних індексів (табл. 2.5).

Показники, частота застосування яких перевищує 50 %, назвемо «ядром» зведених індексів (див. перші 8 часткових показників у табл. 2.5).

Ще шість часткових показників складають «перший шар оболонки ядра» зведеного індексу – частота їх використання від 30 % до 50 % (див. наступні шість показників у табл. 2.5). Решта 12 показників, які зустрічаються в методиках розрахунку е-індексів з частотою від 15 % до 29 %, були віднесені до «другого шару оболонки ядра» зведеного е-індексу, оскільки багато авторів вважають ці показники тісно пов'язаними з рівнем розвитку інформаційного суспільства (наприклад, рівень складності відкриття своєї справи оцінюється в індексах GCI, NRI, GI і ERI).

Крім зазначених у табл. 2.5, є велика кількість показників («облако»), які зустрічалися в розрахунках розглянутих е-індексів не більше одного разу. Наприклад, GI використовує кількість статей Вікіпедії, число відеороликів на YouTube, кількість художніх фільмів на 1 млн. дорослого населення; GCI розглядає рівень здоров'я нації, оцінюючи наслідки для бізнесу числа захворювань на туберкульоз, малярію та ВІЛ.

Таблиця 2.5

**Частота використання часткових показників у зведених індексах**

№	Частковий показник	Частота	Класифікація
1	Кількість стільникових абонентів (на 100 чол.)	85 %	«ядро» зведених е-індексів
2	Охоплення вищою освітою	85 %	
3	Інтернет-користувачі (на 100 чол.)	77 %	
4	Стаціонарні телефонні лінії (на 100 чол.)	69 %	
5	Охоплення середньою освітою	69 %	
6	Користувачі стаціонарного ширококуткового Інтернету (на 100 чол.)	54 %	
7	Користувачі мобільного ширококуткового Інтернету (на 100 чол.)	54 %	
8	Індекс грамотності дорослого населення	54 %	
9	Міжнародний інтернет-трафік (кбіт/с на чол.)	46 %	«перший шар оболонки ядра» зведених е-індексів
10	Охоплення початковою освітою	46 %	
11	Очікувана тривалість навчання	46 %	
12	Заявки на патенти резидентів	38 %	
13	Захищені інтернет-сервери (на 1 млн чол.)	31 %	
14	Частка домашніх господарств з комп'ютером	31 %	

Найчастіше розглядається взаємозв'язок між зведеним індексом і ВВП на душу населення, іноді – ВНД на душу населення або ІЛР (індекс людського розвитку).

15	Частка домашніх господарств, які мають доступ до Інтернету	23 %	«другий шар оболонки ядра» зведених е-індексів
16	Заявки на патенти нерезидентів	23 %	
17	Оплата ліцензій та авторських прав	23 %	
18	Кількість ПК (на 100 чол.)	23 %	
19	ВВП на душу населення (дол. США)	15 %	
20	Статті в наукових і технічних журналах	15 %	
21	Кількість домогосподарств з телевізором (на 100 домогосподарств)	15 %	
22	Міжнародний вихідний телефонний трафік (хв. на чол.)	15 %	
23	Частка населення з покриттям телефонного зв'язку	15 %	
24	Час, необхідний, щоб почати бізнес (днів)	15 %	
25	Кількість процедур, необхідних для початку бізнесу	15 %	
26	Вихідна допомога по скороченню штатів (опл. тижнів)	15 %	

Перевіримо, наскільки часткові показники досліджуваних е-індексів перетинаються з виділеним «ядром» зведених індексів. Оскільки GII, NRI, GCI більш ніж на 60 % складаються з показників, що не належать безпосередньо до ІКТ; NRI, GCI містять більше 60 % даних, які не перевірялися, детально були розглянуті два е-індекси IDI і EGDI.

Табл. 2.6 показує, що списки часткових показників IDI і EGDI істотно перетинаються, однак при цьому IDI перетинається з «ядром» індексів інформаційного суспільства на 73 % проти 55 % у EGDI (табл. 2.6). Цей факт обумовлює вибір IDI для подальшого детального дослідження.

Отже, зупинимось докладніше на аналізі індексу розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ICT Development Index, IDI). Цей показник був запропонований організацією «Партнерство з вимірювання ІКТ з метою розвитку»<sup>29</sup> для аналізу порівнюваних на міжнародному рівні і надійних статистичних даних під час Всесвітнього Саміту з Інформаційного Суспільства. Перше видання «Основні показники ІКТ» було випущено «Партнерством» наприкінці 2005 р.

<sup>29</sup> У даний час членами «Партнерства ...» є Євростат, Міжнародний союз електрозв'язку (МСЕ), Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), Конференція Організації Об'єднаних Націй з торгівлі та розвитку (ЮНКТАД), Департамент Організації Об'єднаних Націй з економічних та соціальних питань (ДЕСВ ООН), Статистичний інститут Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО), Світовий банк, а також чотири регіональні комісії Організації Об'єднаних Націй.

Таблиця 2.6

## Структура індексів IDI і EGDI

<b>EGDI</b>	<b>IDI</b>
<b>Телекомунікаційна інфраструктура</b>	<b>Субіндекс доступу</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Користувачі Інтернету на 100 чол.*</li> <li>– Лінії фіксованого телефонного зв'язку на 100 чол.*</li> <li>– Абоненти мобільного зв'язку на 100 чол.*</li> <li>– Абоненти фіксованого широкосмугового доступу до Інтернету на 100 чол.*</li> <li>– Абоненти рухомого широкосмугового зв'язку на 100 чол.*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Лінії фіксованого телефонного зв'язку на 100 чол.*</li> <li>– Абонентська плата рухомого стільникового зв'язку на 100 чол.*</li> <li>– Пропускна здатність каналів Інтернету (біт/с) на одного користувача Інтернету.</li> <li>– Співвідношення домашніх господарств із комп'ютером.</li> <li>– Співвідношення домашніх господарств з доступом до Інтернету</li> </ul>
<b>Онлайновий сервіс</b>	<b>Субіндекс використання</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Необхідні інформаційні сервіси.</li> <li>– Розширені інформаційні сервіси.</li> <li>– Транзакційні сервіси.</li> <li>– Сервіси повного двостороннього зв'язку</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Користувачі Інтернету на 100 чол. *</li> <li>– Абоненти фіксованого широкосмугового доступу до Інтернету на 100 чол. *</li> <li>– Абоненти рухомого широкосмугового зв'язку на 100 чол. *</li> </ul>
<b>Людський капітал</b>	<b>Субіндекс навичок</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Рівень грамотності дорослих*.</li> <li>– Сукупна частка тих, хто навчається</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Рівень грамотності дорослих*.</li> <li>– Охоплення середньою освітою*.</li> <li>– Охоплення вищою освітою*</li> </ul>

\* частковий показник належить ядру

Композиційний індекс IDI складається з одинадцяти показників, згрупованих у три підіндекси: доступ до ІКТ, використання ІКТ, навички ІКТ (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

## Структура індексу ІКТ

<b>Субіндекс</b>	<b>Показники</b>
Доступ до ІКТ (питома вага – 40 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Лінії фіксованого телефонного зв'язку на 100 жителів.</li> <li>– Абонентська плата рухомого стільникового зв'язку на 100 жителів.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Пропускна здатність каналів Інтернету (біт/с) на одного користувача Інтернету.</li> <li>– Співвідношення домашніх господарств із комп'ютером.</li> <li>– Співвідношення домашніх господарств з доступом до Інтернету</li> </ul>
Використання ІКТ (питома вага – 40 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Користувачі Інтернету на 100 жителів.</li> <li>– Абоненти фіксованого широкосмугового доступу до Інтернету на 100 жителів.</li> <li>– Абоненти рухомого широкосмугового зв'язку на 100 жителів</li> </ul>
Навички ІКТ (питома вага – 20 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Рівень грамотності дорослих.</li> <li>– Охоплення середньою освітою.</li> <li>– Охоплення вищою освітою</li> </ul>

При розрахунку індексу ІКТ питома вага субіндексів становить 40 % для доступу та використання і 20 % для навичок ІКТ, показники мають однакову в межах субіндексів вагу [13].

Для вимірювання були обрані саме ці три субіндекси, тому що вони оцінювалися практично повсюдно, охоплювали більшість країн і тривалі періоди часу.

Композиційний індекс IDI змінюється в діапазоні від 0 до 10 і станом на 2014 р. досягав максимального значення (8,86) в Данії при мінімальному (1,03) у Нігера (табл. 2.8) [16].

Таблиця 2.8

## Динаміка індексу IDI за 2002–2014 рр. [9], [16]

Рейтинг, 2014	Країна / IDI	2002	2007	2009	2012	2014
1	Данія	5,78	7,22	7,97	8,78	8,86
2	Корея (Респ.)	5,83	7,26	8,40	8,81	8,85
	...					
14	США	5,25	6,44	6,54	7,53	8,02
	...					
42	Росія	2,71	3,83	4,54	6,19	6,70
	...					
73	Україна	2,5	3,8	3,87	4,64	5,15
	...					
165	Нігер	0,73	0,86	0,90	0,99	1,03

З табл. 2.8 видно, що за дванадцять років індекс ІКТ підвищився у всіх країнах. Перше місце в рейтинзі посідає Данія, яка потіснила на друге місце Корею.

Хоча серед країн-лідерів (табл. 2.9) з розвитку ІС є представники всіх трьох розглянутих раніше моделей (японської, американської та європейської), у десятку найбільш розвинених по ІДІ країн входить вісім представників Європи (крім Данії, це Ісландія, Швеція, Фінляндія, Норвегія, Нідерланди, Велика Британія і Люксембург) і дві держави Південно-Східної Азії (Корея і Гонконг). Практично дві третини з 30 провідних за ІДІ країн – європейські, де загальна нормативно-правова база і чіткий набір пріоритетів розвитку сприяли швидкому переходу до інформаційного суспільства [28].

Таблиця 2.9

**Регіональні лідери з розвитку ІКТ [16]**

Місце за індексом ІДІ в регіоні, 2014	Країна	Місце за індексом ІД у світі, 2014
Азійсько-Тихоокеанський регіон		
1	Республіка Корея	2
2	Гонконг	9
3	Японія	11
Північна та Південна Америка		
1	Сполучені Штати	14
2	Канада	23
4	Чилі	56
Західна Європа		
1	Данія	1
2	Швеція	3
3	Ісландія	4
Країни СНГ		
1	Білорусь	38
2	Російська Федерація	42
6	Україна	73
Країни Африки		
1	Єгипет	89
2	ЮАР	90
3	Марокко	96

У цілому, країни, що займають перші місця за індексом ІДІ, – багаті країни, тоді як більшість країн, розташованих у кінці списку, – це країни з низьким рівнем доходів із групи найменш розвинених країн.

Співвідношення між розвитком ІКТ та доходами<sup>30</sup> в цілому у світі може бути описано логарифмічною кривою з достатньо високим коефі-

<sup>30</sup> Відношення ІДІ до ВНД на душу населення, виражене в дол. США.

цієнтом апроксимації ( $R^2 = 0,89$  – рис. 2.6). Хороша якість апроксимації спостерігається також для країн Європи ( $R^2 = 0,83$ ) та Америки ( $R^2 = 0,88$ ), однак для країн СНГ вона дещо гірша ( $R^2 = 0,74$ ), що частково пояснюється меншою вибіркою та більшим розкидом за індексом ІКТ.

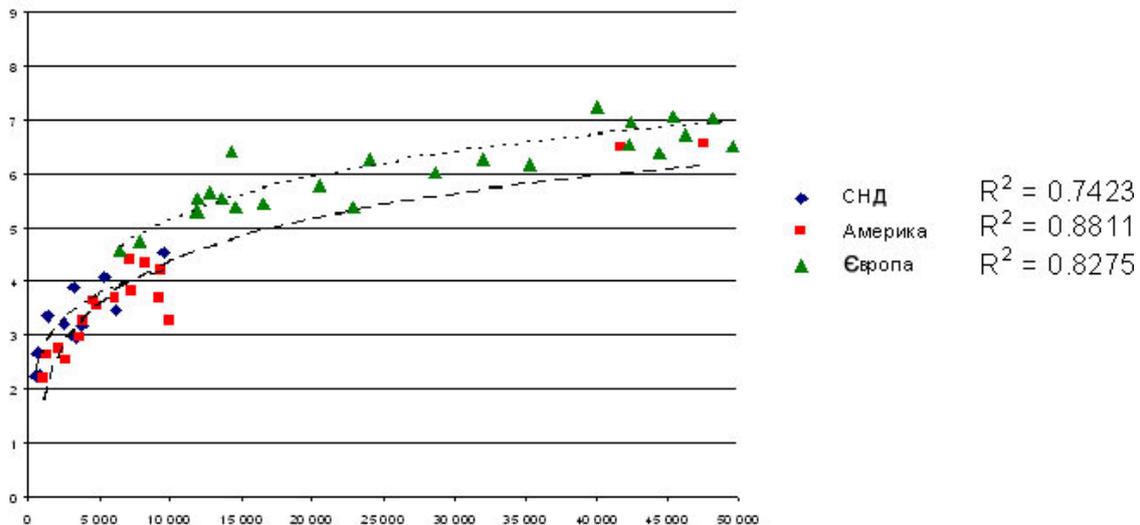


Рис. 2.6 – Залежність між індексом ІДІ та ВНД на душу населення

Незважаючи на досить тісний зв'язок між рівнем доходів та індексом ІКТ, багато країн, що розвиваються (Білорусь, Молдова, Казахстан, Ліван, ОАЕ) в останні роки досягли істотних успіхів. Більше того, середні значення ІДІ країн, що розвиваються, зростає швидше, ніж у розвинених країнах (5,8 % проти 3,5 %) [28].

Однак у скороченні цифрового розриву прогрес, як і раніше, незначний: при діапазоні зміни ІДІ від 0 до 10 у 2014 р. розкид значень становив 7,83 пунктів (від 1,03 у Нігера до 8,86 у Данії), а середні значення ІДІ розвинених країн у два рази перевищувало середні країн, що розвиваються (рис. 2.7). При цьому найбільш однорідним за ІДІ регіоном є Європа з найвищим середнім показником. У Південно-Східній Азії та Америці спостерігаються максимальні за ІДІ регіональні відмінності (що відображає їх різноманітність як за рівнем розвитку ІКТ, так і за рівнем доходів), однак регіональний цифровий розрив тут також скорочується. Протилежна тенденція спостерігається в Африці, арабських державах і регіоні СНД [28].

З урахуванням відносно нетривалого проміжку часу вимірювання показників ІКТ порівняно з іншими показниками розвитку, країни з низькими рівнями ІКТ могли б відносно швидко надолужити згаяне, за умови, що їх секторам ІКТ буде приділятися необхідна увага. Аналіз ситуації, заснований на лаговій методиці<sup>31</sup>, показує, що цифровий розрив є

<sup>31</sup> Методика вимірювання відмінностей у рівні ІКТ із застосуванням тимчасових інтервалів, коли вимірюється кількість років, на які країна (або регіон) відстають від еталонної.

відносно невеликим, порівняно з такими показниками, як очікувана тривалість життя або дитяча смертність: у 2008 р. рівні проникнення рухомого стільникового та фіксованого широкосмугового зв'язку, а також число користувачів Інтернету в країнах, що розвиваються, досягли значень, які спостерігалися у Швеції<sup>32</sup> (третє місце в рейтинзі IDI) десятиліттям раніше [38].

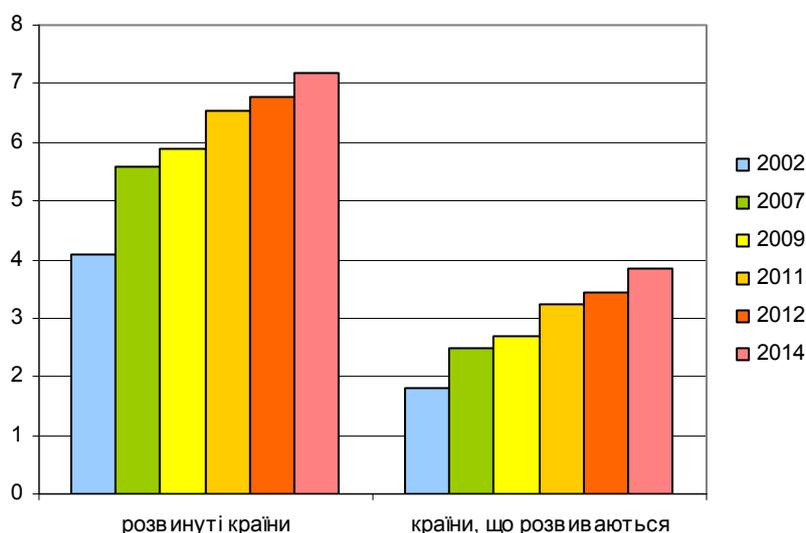


Рис. 2.7 – Динаміка індексу IDI

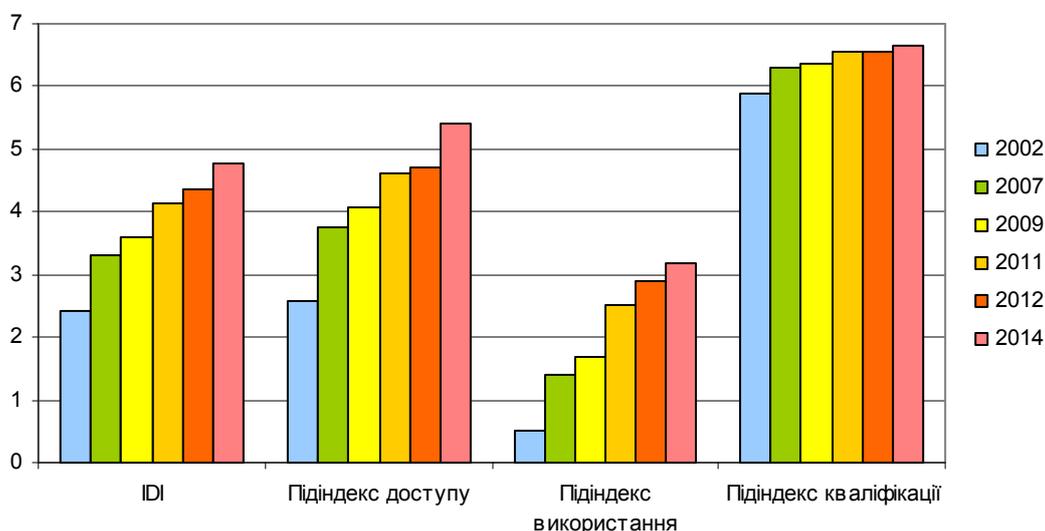


Рис. 2.8 – Динаміка IDI у розрізі підіндексів [28], [38], [41]

Якщо аналізувати динаміку індексу розвитку ІКТ в розрізі субіндексів, то в перші роки його зростання відбувалося переважно в результаті

<sup>32</sup> За показником очікуваної тривалості життя країни, що розвиваються, відстають від Швеції на 66 років, а за показником дитячої смертності у 2007 р. вони перебували на рівні, який був у Швеції 72 роки тому.

середнього збільшення в підіндексі доступу, потім – у підіндексі використання, у той час як прогрес в підіндексі кваліфікації був порівняно малий<sup>33</sup> (рис. 2.8). Така динаміка пояснюється триетапною моделлю, на якій ґрунтується індекс IDI: спочатку створюється інфраструктура ІКТ, потім зростає інтенсивність її використання і, нарешті, виникає ефект впливу ІКТ, який обмежується рівнем кваліфікації [13].

Після 2007 р. субіндекси доступу та використання росли в середньому однаковими темпами. Це говорить про зрушення в напрямку більш інтенсивного використання ІКТ. Навіть незважаючи на економічний спад, використання інформаційно-комунікаційних послуг продовжує зростати в усьому світі (рис. 2.9).

На сьогодні значного прогресу в доступі до ІКТ досягли Вірменія, Румунія, Саудівська Аравія і В'єтнам, у використанні – Бахрейн, Казахстан, Лаос, Нігерія та ОАЕ. У цілому, оскільки розвинені країни починають досягати насичення, зростання субіндексів відбувається в основному за рахунок країн, що розвиваються, які, як і раніше, мають величезний потенціал. При цьому різниця між розвиненими і країнами, що розвиваються, за субіндексом доступу менше, ніж за субіндексом використання, що підтверджує їх прогрес у розвитку інфраструктури ІКТ. У той же час середнє значення субіндексу використання в розвинених країнах поки що в три рази перевищує середнє для країн, що розвиваються [28].

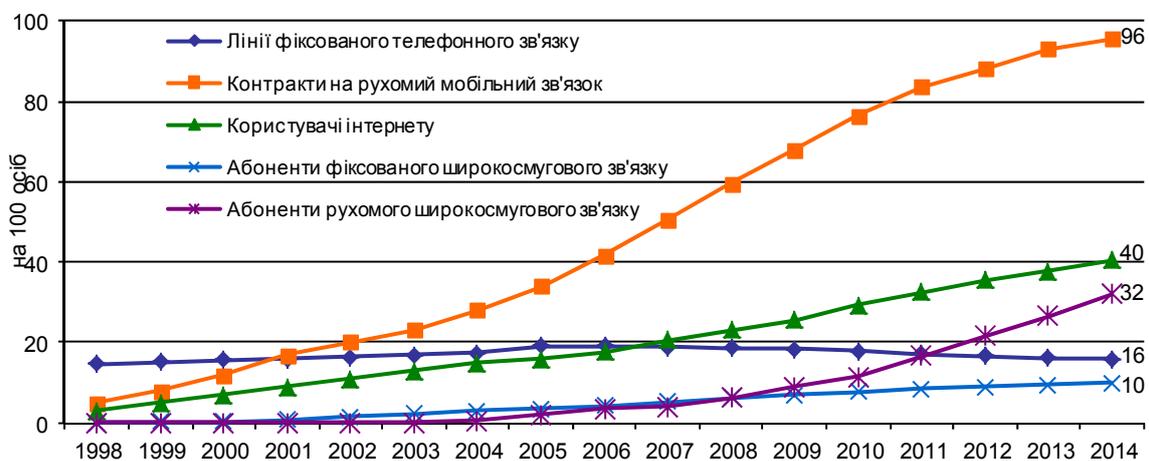


Рис. 2.9 – Розвиток доступу та використання ІКТ у світі, 1998–2014 рр. [19], [41]

На впровадження послуг ІКТ безпосередньо впливає їх вартість: зниження цін веде до розширення доступу та використання ІКТ, що у свою чергу призводить до чергового зниження цін. Так, у 2009 р. кошик цін на послуги ІКТ становив у середньому 13 % від ВНД на душу

<sup>33</sup> Субіндекс кваліфікації зростає незначною мірою, оскільки він заснований на показниках рівня грамотності й освіти, за якими більшість країн (особливо розвинені) уже досягли досить високих значень.

населення. При цьому жителі розвинених країн витрачали відносно меншу частину своїх доходів (1,5 %) на послуги ІКТ, ніж населення країн, що розвиваються (17,5 %) [38]. Загалом там, де значення індексу IDI перевищує 5 одиниць, частка кошика цін на послуги ІКТ становить менше 2 % від щомісячного ВНД на душу населення, у тих країнах, де частка витрат на ІКТ перевищує 10 %, значення IDI менше 3.

Аналіз рис. 2.10 показує, що ціни є значущим чинником розвитку ІКТ тільки тоді, коли вони падають нижче певного рівня, роблячи послуги ІКТ доступними за ціною для значної частини населення.

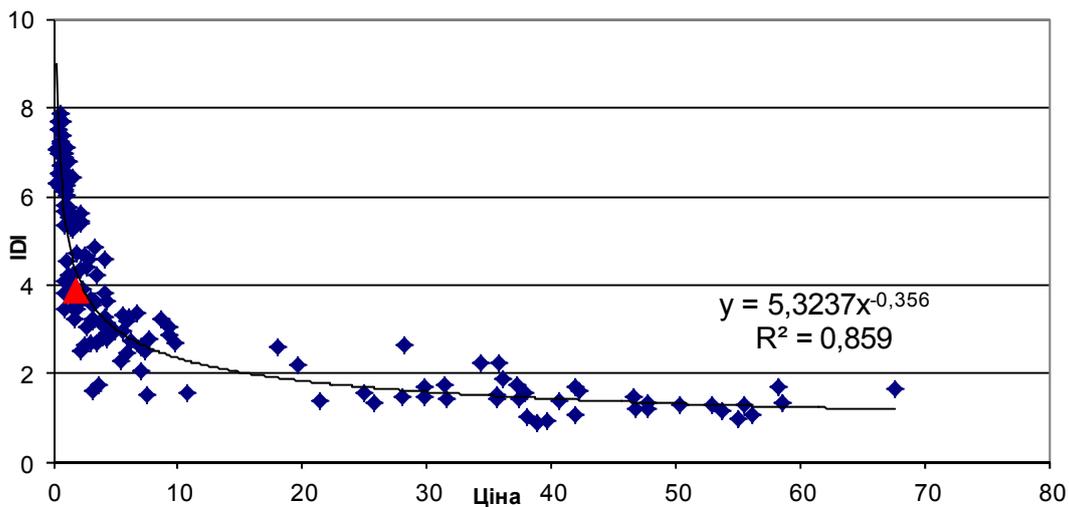


Рис. 2.10 – Залежність між цінами на послуги ІКТ та індексом IDI

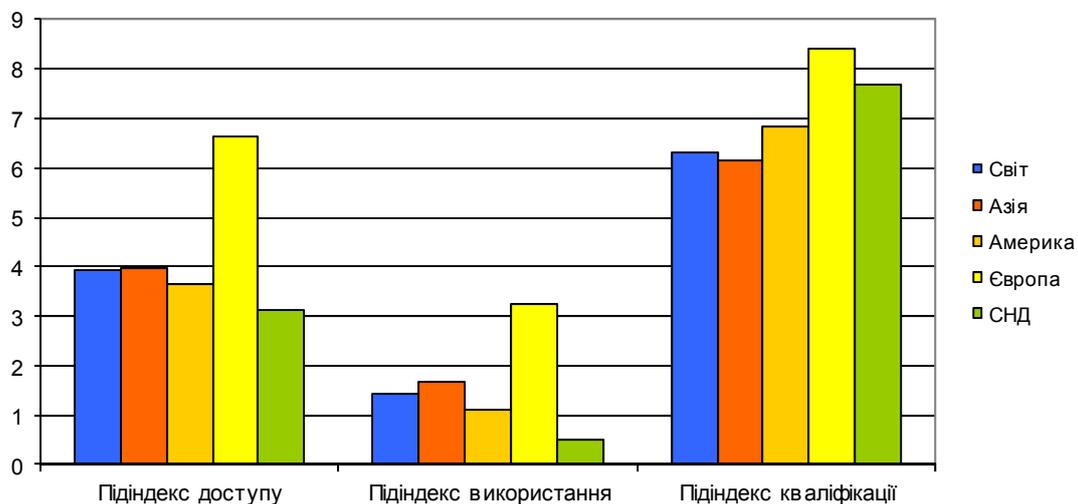


Рис. 2.11 – Індекс IDI в розрізі підіндексів за регіонами світу [16]

Регіон СНД<sup>34</sup> відстає як у доступі до ІКТ, так і в їх використанні, хоча рівень кваліфікації тут вище середньосвітового (рис. 2.11). При цьому

<sup>34</sup> Вірменія, Азербайджан, Білорусь, Грузія, Казахстан, Киргизстан, Молдова, Росія, Таджикистан, Туркменістан, Україна, Узбекистан (Грузія вийшла зі Співдружності 18.08.2009 р., але включена до звіту).

рівні IDI в Білорусі та Молдові вищі, ніж можна було очікувати, враховуючи дохід на душу населення в цих країнах (див. рис. 2.6).

Цифровий розрив у регіоні СНД за останні роки збільшився незначно, але все ж існує значна різниця у розвитку ІКТ між такими країнами, як Російська Федерація, Білорусь (top-50) і, наприклад, Узбекистаном, який у 2012 р. займав 104-ту позицію в рейтинзі IDI [28]. Розглянемо докладніше динаміку IDI СНД у розрізі субіндексів. Прогрес у підіндексі доступу досягнуто в основному завдяки помітному збільшенню кількості абонентів рухомого стільникового зв'язку на 100 жителів (з 9 % у 2002 р. до 141 % у 2014 р.) – рис. 2.12.

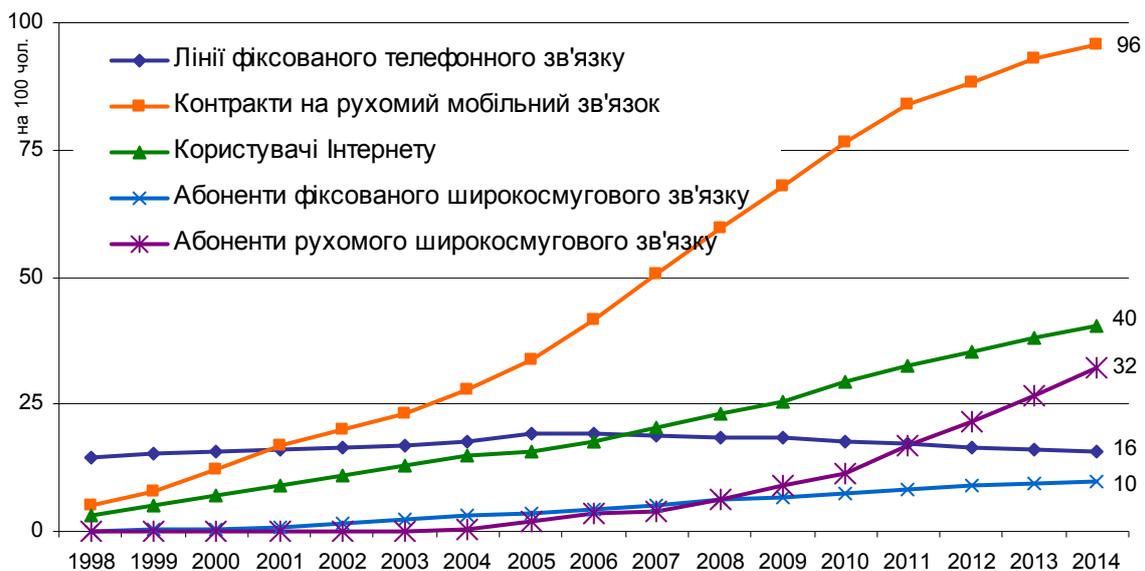


Рис. 2.12 – Розвиток доступу до ІКТ в СНД, 1998–2014 рр. [19], [41]

Хоча збільшення проникнення рухомого стільникового зв'язку є загальносвітовою тенденцією, в СНД вона була сильнішою, ніж в інших регіонах (рис. 2.13).

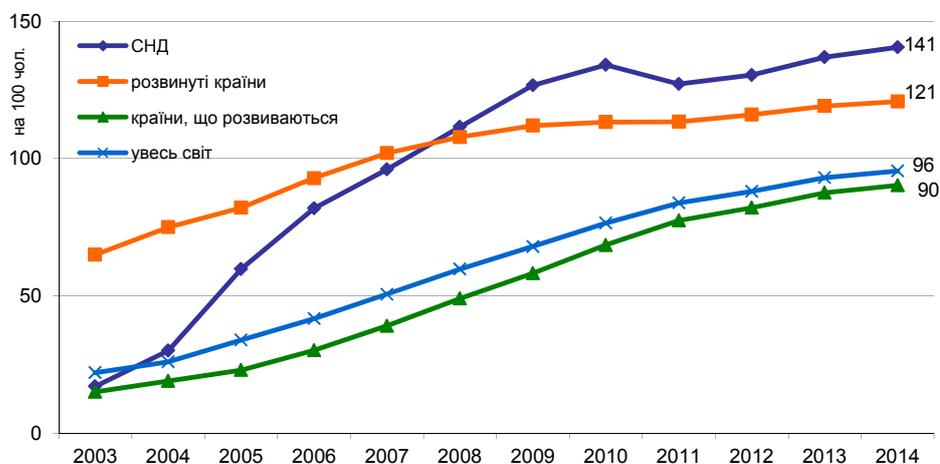


Рис. 2.13 – Абоненти рухомого стільникового зв'язку в СНД та світі, 2003–2014 рр. [19], [41]

Збільшення у співвідношенні домогосподарств із комп'ютером (з 2 % до 52 %) також, хоч і меншою мірою, здійснює свій внесок у поліпшення показників регіону в підіндексі доступу [19].

Щодо підіндексу використання спостерігалось досить слабе зростання – лише половина від загальних показників у всьому світі за той же період. Основним джерелом зростання в підіндексі використання в СНД було збільшення числа користувачів Інтернету (яке, наприклад в Україні, демонструє експоненціальний ріст, рис. 2.14).

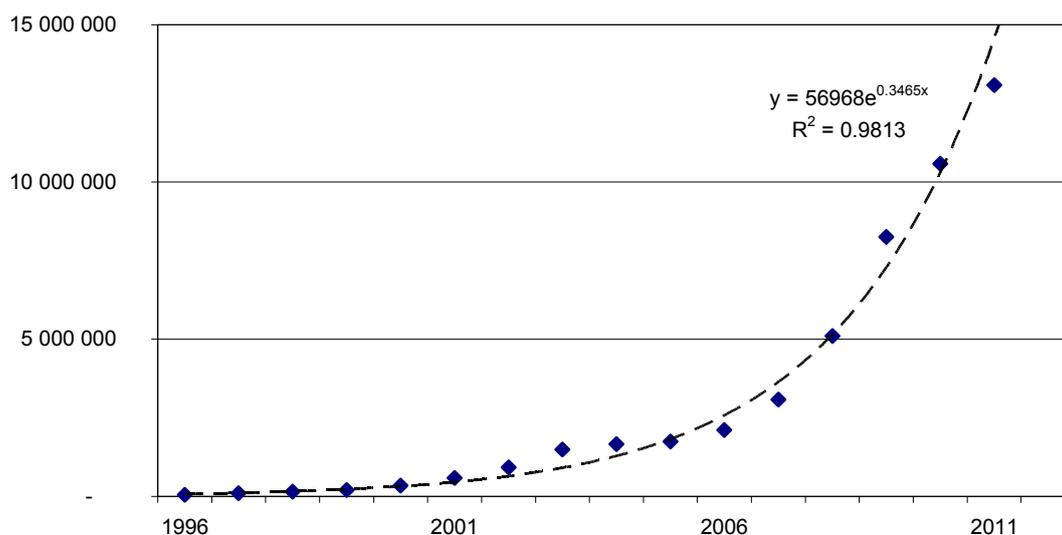


Рис. 2.14 – Аудиторія користувачів Інтернету в Україні [10]

Однак навіть незважаючи на істотне зростання, число користувачів Інтернету в Україні, як і раніше, значно нижче, ніж у країнах Європи та Америки (табл.2.10).

Таблиця 2.10

### Чисельність користувачів Інтернету за регіонами світу [10]

Регіони	Користувачі Інтернету, 2014	Розповсюдження (% від населення)	Ріст (2000–2014)
Африка	297 885 898	26.5 %	6 498.6 %
Азія	1 386 188 112	34.7 %	1 112.7 %
Європа	582 441 059	70.5 %	454.2 %
у т. ч. Україна	15 363 830	33.7%	4440.5%
Ближній Схід	111 809 510	48.3 %	3 303.8 %
Північна Америка	310 322 257	87.7 %	187.1 %
Латинська Америка	320 312 562	52.3 %	1 672.7 %
Океанія/Австралія	26 789 942	72.9 %	251.6 %
Усього у світі	3 035 749 340	42.3 %	741.0 %

Таке відставання частково пояснюється більш пізнім стартом поширення Інтернету в нашій країні, до середини 1990-х рр., наприклад, у США вже 30 % населення користувалося послугами мережі, і сьогодні число користувачів у країні практично досягло рівня насичення (рис. 2.15).

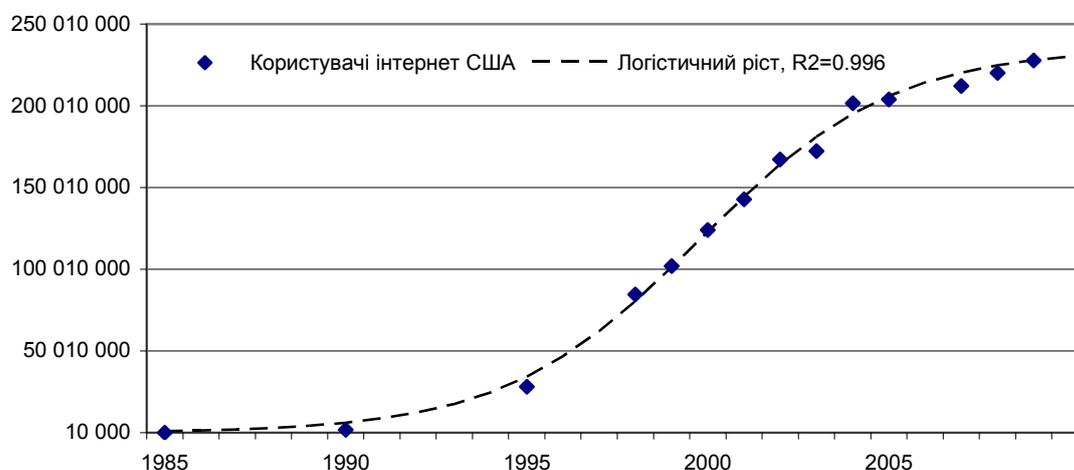


Рис. 2.15 – Аудиторія користувачів Інтернету в США [10]

Середнє збільшення в підіндексі кваліфікації в країнах СНД найнижче з усіх трьох підіндексів, однак його значення поступається лише середньоєвропейському<sup>35</sup>. Показники освіченості дорослого населення в країнах СНД за період з 2002 р. до 2014 р. змінилися не сильно, так як уже у 2002 р. вони становили 99 % [9]. Рівень середньої освіти трохи покращився, що відповідало світовим даним за той же період, а показник доступності вищої освіти в Україні показав вражаючу динаміку (ріст з 57 % до 76 %), що дозволило їй стати країною з найвищим рівнем доступності вищої освіти в СНД [38].

Однак хоча динаміка індексу ІКТ України в цілому позитивна і знаходиться на середньосвітовому рівні (приблизно на один пункт випереджаючи країни, що розвиваються, і на два відстаючи від розвинених, табл. 2.11), її позиції в рейтинзі значно погіршилися – країна перемістилася з 58 місця у 2007 р. на 73 у 2014 р.

Таблиця 2.11

**Динаміка індексу ІКТ в Україні та за регіонами світу [14], [15], [16]**

ІДІ	2002	2007	2009	2011	2012
Світ у цілому	2.42	3.32	3.58	4.15	4.35
Розвинені країни	4.10	5.60	5.90	6.55	6.78
Країни, що розвиваються	1.80	2.50	2.70	3.25	3.44
Україна	2.50	3.80	3.87	4.38	4.64

<sup>35</sup> Важливо мати на увазі, що зміни в освіті та освіченості впливають протягом більш тривалого часу, ніж зміни, що стосуються доступу та використання ІКТ.

У рейтинзі країн СНД позиції України також ослабли: порівняно з тим самим 2007 р., коли країна займала друге після Росії місце, у 2012 р. вона перемістилася на шосте, пропустивши вперед не тільки Білорусь, а й Казахстан, Азербайджан і Молдову (рис. 2.16).

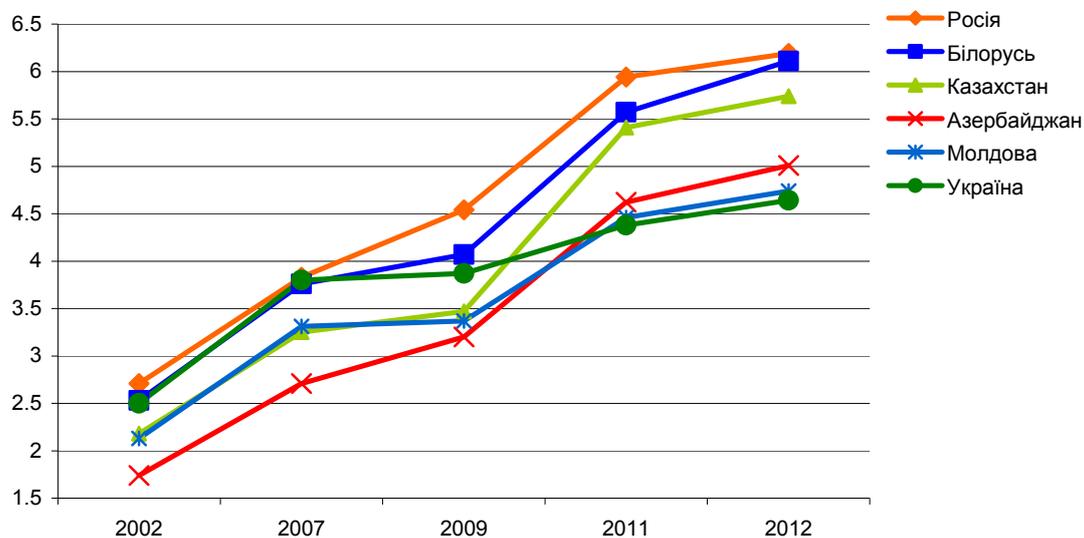


Рис. 2.16 – Динаміка індексу IDI в країнах СНД

З позитивного слід зазначити, що в Україні ціни на ІКТ трохи нижчі (на рис. 2.10 країна відзначена червоним трикутником), а рівень IDI вищий (див. рис. 2.6), ніж можна було очікувати, враховуючи дохід на душу населення в країні. Досвід країн, які динамічно розвиваються, показує, що, незважаючи на тісний зв'язок між рівнями розвитку ІКТ та доходів, урядові програми здатні прискорити зростання та впровадження ІКТ, зокрема за допомогою створення відкритої нормативно-правової бази (яка сприяє інвестиціям приватного сектора) і законодавства, спрямованого на стимулювання конкуренції та зниження цін на послуги ІКТ. Збалансовані цільові стратегії, розроблені з урахуванням досвіду інших країн СНД, безумовно, можуть сприяти інтенсифікації переходу України до інформаційного суспільства.

## 2.2. Стадії та пріоритети формування інформаційної економіки

Аналіз міжнародного досвіду інституціалізації інформаційної економіки та моніторинг її розвитку в країнах світу свідчить про різноманітність як шляхів, так і успіхів національних програм інформатизації.

Проте доцільно виявити окремі стадії розвитку інформаційної економіки та зіставити актуальні для кожної стадії комплекси заходів з інформатизації. З цією метою була розроблена методика ідентифікації стадій і пріоритетів розвитку інформаційної економіки, яка включає три етапи:

- 1) формалізація процесу формування інформаційної економіки у вигляді графової моделі;
- 2) виявлення стадій розвитку інформаційної економіки з використанням засобів штучного інтелекту;
- 3) обґрунтування комплексу специфічних для кожної стадії розвитку інформаційної економіки пріоритетів.

Графова модель формування інформаційної економіки побудована з метою опису процесу впровадження ІКТ у взаємодії між основними макроекономічними агентами трисекторної моделі закритої економіки: бізнес-структурами, державою і суспільством.

Модель ускладнюється в міру розвитку інформаційної економіки, вершини деталізуються за рахунок появи нових інформаційних і фінансових потоків, забезпечених впровадженням ІКТ, елементи вводяться в модель згідно з чисельними характеристиками етапів.

Оскільки в основу моделі покладена трисекторна модель економіки, вершинам графа відповідають:  $B$  – бізнес-сектор,  $G$  – держава,  $C$  – суспільство. У середині вершин виділені такі елементи:  $F$  – окремі фірми, складові бізнес-сектор,  $E$  – держслужбовці,  $P$  – населення,  $N$  – соціальні мережі,  $S$  – інститути громадянського суспільства.

Дуги між вершинами описують потоки двох типів:  $f$  – фінансові та  $i$  – інформаційні (серед яких виділимо:  $d$  – дескриптивні,  $r$  – нормативні,  $c$  – конфіденційні,  $s$  – послуги)<sup>36</sup>.

Дослідження світового досвіду формування інформаційної економіки показує, що на етапі зародження її ознаки проявляються спочатку у сфері бізнесу, коли окремі підприємства, прагнучи до збільшення власної прибутковості за рахунок автоматизації рутинних процесів, починають впроваджувати інформаційні технології у виробництво, запроваджувати електронний документообіг.

У міру того, як ІКТ удосконалюються і стають більш доступними широким верствам суспільства, відбувається розповсюдження персональних комп'ютерів у домашніх господарствах і державних організаціях. Таким чином, починається формування вершин графа, що відповідає першій стадії становлення інформаційної економіки (рис. 2.17).

Потім, на другій стадії (рис. 2.18), у міру розвитку мережевих технологій, починають формуватися інформаційні потоки між окремими підприємствами ( $d_{FF}$ <sup>37</sup>). Позамовне виробництво, віддалене партнерство і можливість швидкого прийняття рішень, незалежно від місця розта-

<sup>36</sup> Тоді інформаційний потік між державою та громадянами (наприклад, нормативно-правова інформація) описується змінною  $d_{GC}$ .

<sup>37</sup> На даному етапі розвитку інформаційного суспільства мова йде виключно про потоки дескриптивної інформації. На графі вони позначені крапковими стрілками.

шування контрагентів, сприяють налагодженню горизонтальних зв'язків, «сетевізації» бізнесу.

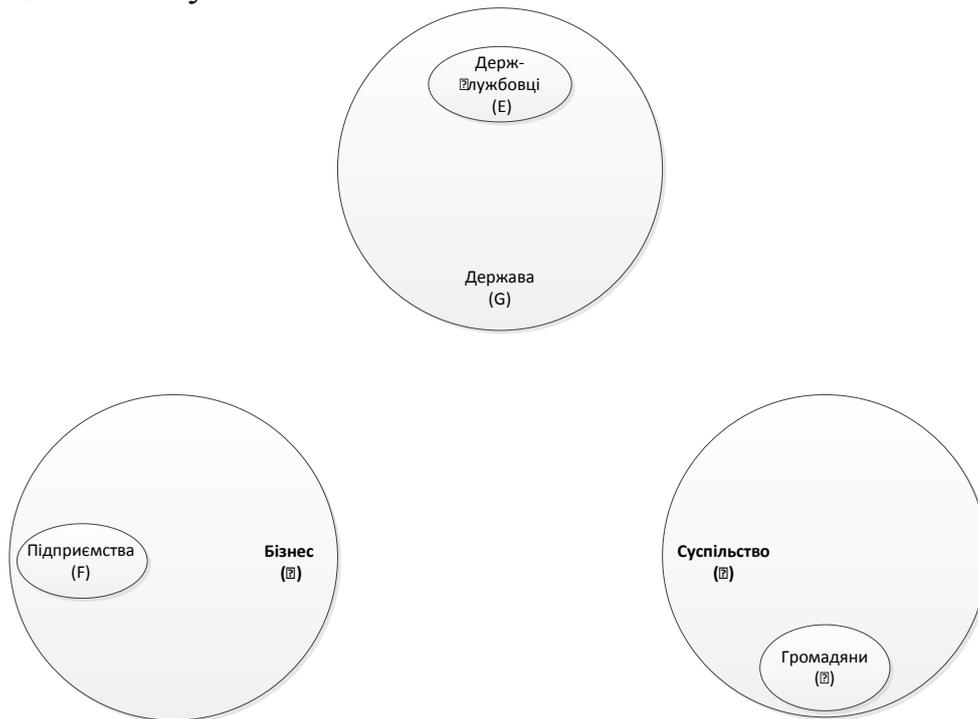


Рис. 2.17 – Перша стадія формування інформаційної економіки

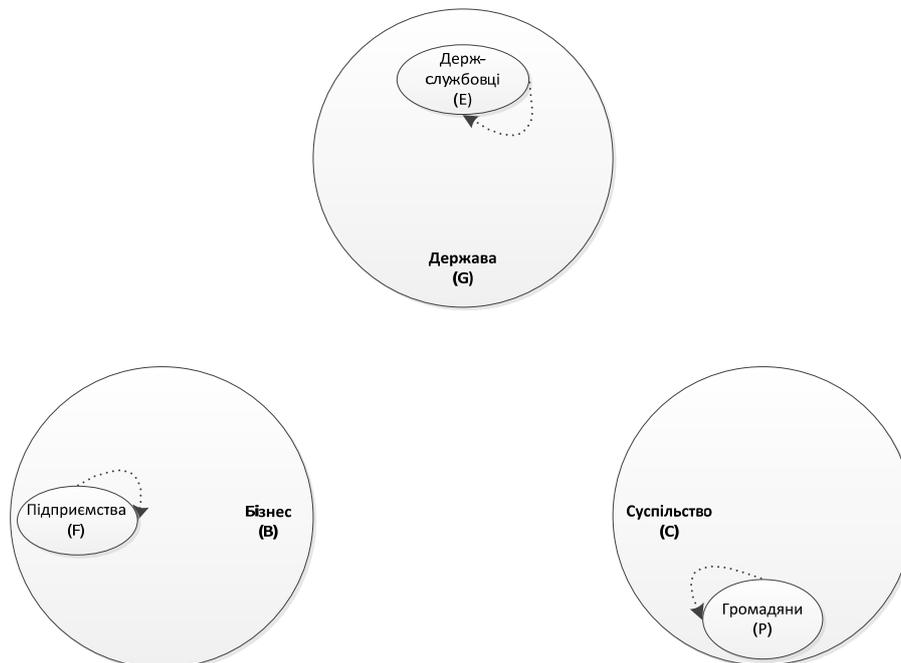


Рис. 2.18 – Друга стадія формування інформаційної економіки

На рівні соціуму ІКТ переважно використовуються для обміну повідомленнями за допомогою електронної пошти, форумів і чатів ( $d_{PP}$ <sup>38</sup>).

У державних установах починає формуватися загальна база даних нормативних документів та статистичної звітності ( $d_{EE}$ <sup>39</sup>). На цій стадії

<sup>38</sup> Потік дескриптивної інформації, позначений крапковою стрілкою.

зазвичай спостерігається значний опір процесам інформатизації з боку держслужбовців. Це зумовлено відсутністю внутрішньої мотивації і невисокою інформаційною грамотністю останніх, що призводить до дублювання багатьох операцій і, як наслідок, ускладнення рутинних процесів.

Далі, коли ІКТ досить сильно проникли в усі сфери діяльності (бізнес, суспільство, державу), використання комп'ютерів стало частиною повсякденної діяльності, починали розвиватися комунікації між виділеними елементами, у першу чергу – між бізнесом і суспільством. Інформація про діяльність підприємств стає публічною ( $d_{BC}^{40}$ ), зароджується електронна комерція ( $f_{FF}^{41}$ ).

Соціальні зв'язки в суспільстві розширюються за рахунок появи нових мережевих сервісів – блогів, соціальних мереж ( $d_{NP}^{42}$ ), користувачі яких розміщують про себе інформацію конфіденційного характеру ( $c_{PN}^{43}$ ).

Також на даному етапі починається впровадження технологій електронного уряду у сферу державного управління – нормативно-правова та статистична документація стають доступними в електронному вигляді для підприємств ( $d_{GF}^{44}$ ) і громадян ( $d_{GC}^{45}$ ) (рис. 2.19).

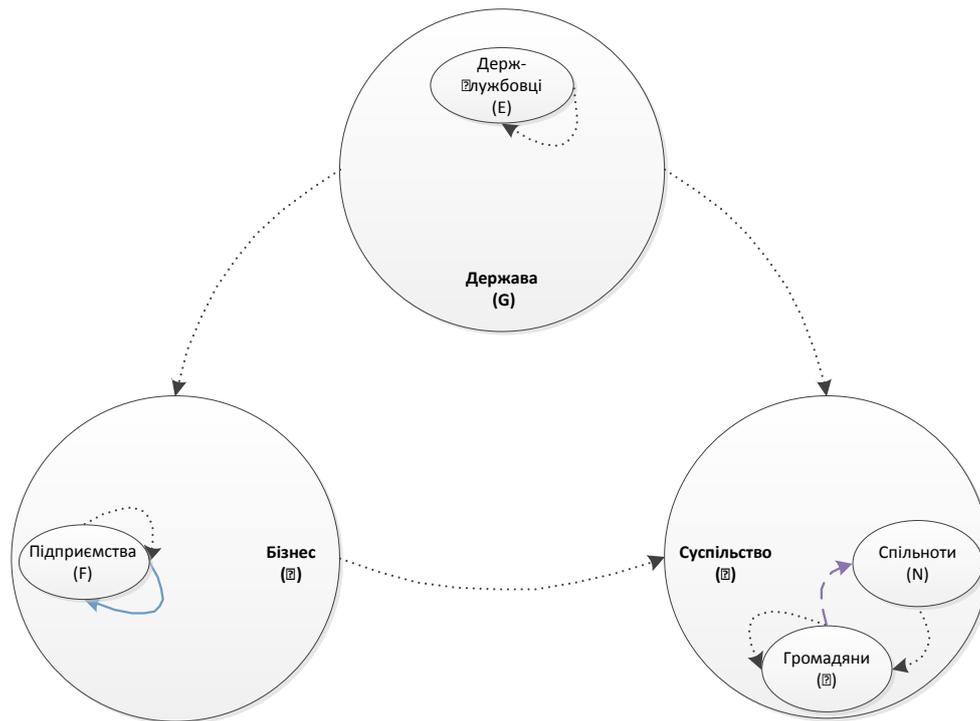


Рис. 2.19 – Третя стадія формування інформаційної економіки

<sup>39</sup> Потік дескриптивної інформації, позначений крапковою стрілкою.

<sup>40</sup> Потік дескриптивної інформації, позначений крапковою стрілкою.

<sup>41</sup> Потік фінансової інформації, позначений неперервною стрілкою.

<sup>42</sup> Потік дескриптивної інформації, позначений крапковою стрілкою.

<sup>43</sup> Потік конфіденційної інформації, позначений пунктирною стрілкою.

<sup>44</sup> Потік дескриптивної інформації, позначений крапковою стрілкою.

<sup>45</sup> Потік дескриптивної інформації, позначений крапковою стрілкою.

Подальший розвиток характеризується збільшенням довіри між агентами інформаційного простору, що сприяє розширенню інформаційних каналів між бізнесом та громадянами за рахунок фінансових транзакцій (буденними стають оплати товарів і послуг через Інтернет –  $f_{FP}$ ,  $f_{PF}$ <sup>46</sup>), громадяни починають працювати віддалено на умовах фрілансу ( $s_{PF}$ <sup>47</sup>). Електронна комерція стає невід'ємною частиною бізнесу ( $s_{FP}$ ,  $s_{FF}$ <sup>48</sup>) (рис. 2.20).

Цей етап також характеризується посиленням соціальних зв'язків у суспільстві за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій. Зростає активність громадян – відбувається створення спеціалізованих спільнот, благодійних фондів, які не тільки формують громадську думку з того чи іншого питання, а й акумулюють ресурси (фінансові та людські), що спрямовуються на втілення в реальне життя віртуально прийнятих рішень ( $r_{PS}$ <sup>49</sup>). Соціальні мережі починають приносити прибуток своїм власникам за рахунок реклами ( $d_{FN} \rightarrow d_{NP} \rightarrow f_{PF}$ ).

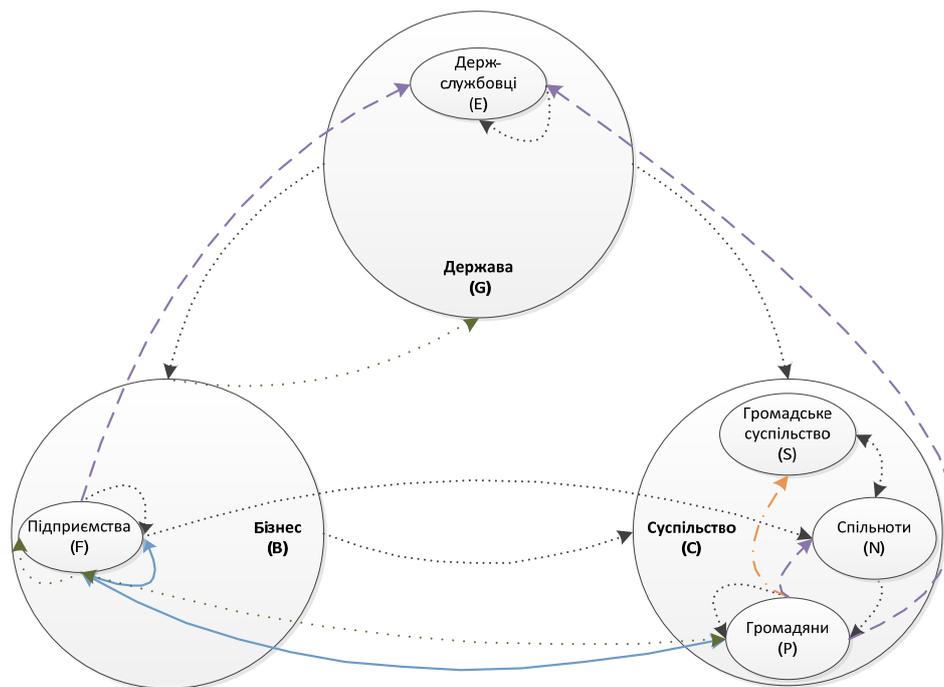


Рис. 2.20 – Четверта стадія формування інформаційної економіки

На даному етапі триває становлення електронного уряду [8], держсайти надають розширений односторонній і спрощений двосторонній доступ до надання держпослуг. Громадяни отримують можливість декларувати прибутковий податок, шукати роботу через службу зайнятості, оформляти

<sup>46</sup> Потік фінансової інформації, позначений неперервною стрілкою.

<sup>47</sup> Потік інформаційних послуг, позначений розрідженою крапковою стрілкою.

<sup>48</sup> Потік інформаційних послуг, позначений розрідженою крапковою стрілкою.

<sup>49</sup> Потік нормативної інформації, позначений штрих-пунктирною стрілкою.

соціальну допомогу, персональні документи, користуватися публічними бібліотеками онлайн ( $c_{PE}^{50}$ ). Підприємствам надається можливість оформляти соціальні відрахування, декларувати корпоративні податки, реєструвати компанії, подавати статистичну звітність, здійснювати митне декларування через Інтернет ( $c_{FE}^{51}$ ). Розвивається електронна система державних закупівель ( $s_{BG}^{52}$ ).

На наступному етапі фінансові потоки охоплюють усі сфери інформаційного суспільства. Крім платежів між підприємствами та громадянами, широко впроваджуються транзакції між держструктурами і бізнесом (сплата податків, мит, держзакупівлі –  $f_{GB}^{53}$ ), держструктурами та громадянами (податки, пенсії, дотації –  $f_{GC}^{54}$ ). [42]

Зміцнюється інститут громадянського суспільства, зростає значення суспільних фондів, лєвова частка зборів яких припадає на платежі через Інтернет  $f_{FS}^{55}$  –  $f_{PS}^{56}$  (рис. 2.21).

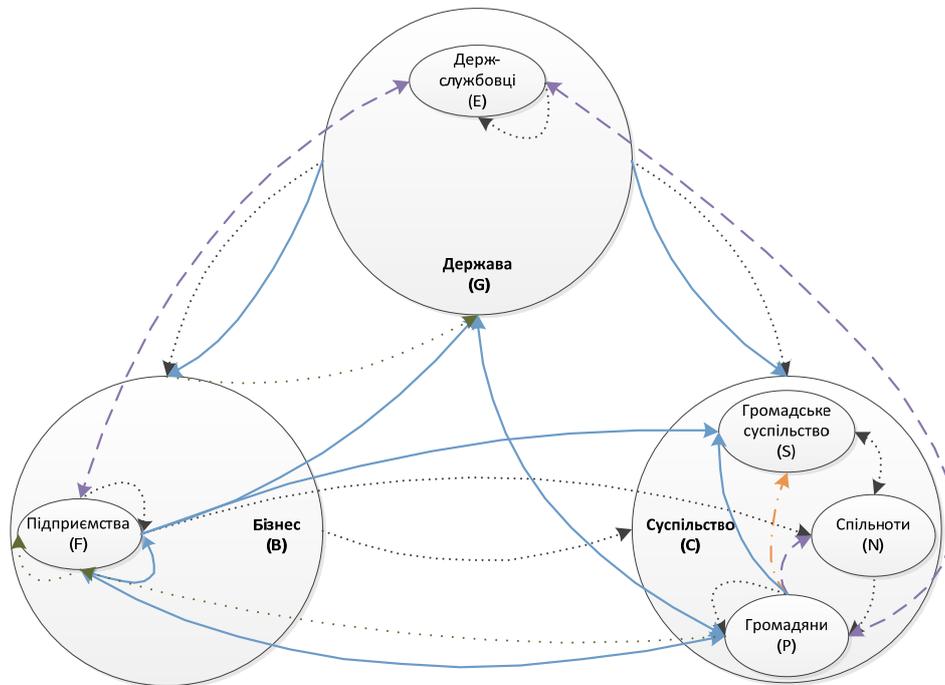


Рис. 2.21 – П'ять стадій формування інформаційної економіки

<sup>50</sup> Потік конфіденційної інформації, позначений пунктирною стрілкою.

<sup>51</sup> Потік конфіденційної інформації, позначений пунктирною стрілкою.

<sup>52</sup> Потік інформаційних послуг, позначений розрідженою крапковою стрілкою.

<sup>53</sup> Потік фінансової інформації, позначений неперервною стрілкою.

<sup>54</sup> Потік фінансової інформації, позначений неперервною стрілкою.

<sup>55</sup> Наприклад, збір грошей на передвиборну кампанію Обами, першого кандидата у президенти, який відмовився від державного фінансування передвиборної кампанії. За першу половину 2007 р. кампанія Обами збрала 58 млн дол. У січні 2008 р. кампанія встановила рекорд зі збором 36,8 млн дол. – найбільша кількість, коли-небудь зібрана кандидатом у президенти на попередніх виборах Демократичної партії.

<sup>56</sup> Потік фінансової інформації, позначений неперервною стрілкою.

Після того, як повністю налагоджений механізм обміну інформацією між державою, бізнесом та громадянами, сформовано довіру до інформаційних каналів, починається формування нової моделі публічного управління ( $r_{SG}^{57}$ ), що виражається в переході від концепції електронного уряду (E-Government) до концепції електронного управління (E-Governance) (рис. 2.22).

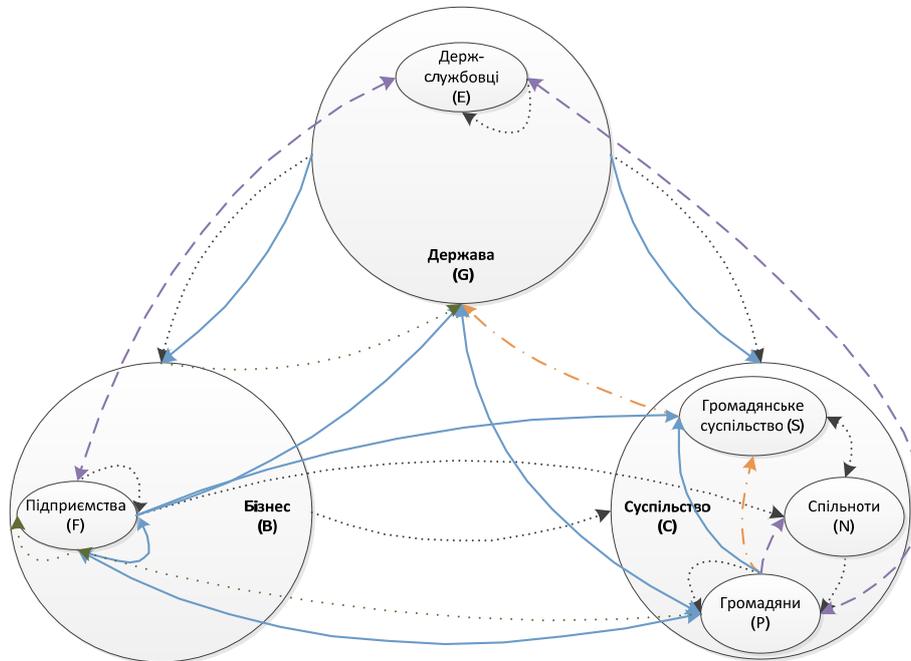


Рис. 2.22 – Шоста стадія формування інформаційної економіки

Якщо в центрі концепції E-Government лежать відкритість урядової інформації та надання публічних онлайн-ових послуг, то нове розуміння включає в себе такі концепти, як співпраця, участь, консенсус [40]. Фактично мова йде про електронну демократію, яка дозволяє розширювати форми і сфери впливу громадян на процес прийняття та реалізації політичних рішень. Реалізація цієї концепції, на думку аналітиків ООН, сприяє збільшенню участі та, як наслідок, довіри громадян до органів державної влади і зростанню добробуту суспільства в цілому.

Другий етап методики полягає в оцінці кількісних показників шести стадій формування інформаційної економіки, особливості яких описані в рамках графової моделі. Аналіз статистичних профілів інформаційної економіки, вжитий раніше, дає підстави стверджувати, що крім е-індексу IDI, значення ще двох індикаторів дозволяють робити висновки про успіхи національних програм інформатизації – це кошик цін на послуги ІКТ і ВНД на душу населення. Тому для розробки методики ідентифікації стадій розвитку інформаційної економіки обрали такі показники: три субіндекси, які складають індекс IDI – доступу, використання і навичок ІКТ [16], ціни на послуги ІКТ [16] і ВНД на душу населення [7].

<sup>57</sup> Потік нормативної інформації, позначений штрих-пунктирною стрілкою.

За ними були зібрані статистичні дані для 166 країн світу за станом на 2014 р. (фрагмент даних наведено в табл. 2.12, повний перелік – у додатку В).

Таблиця 2.12

## Фрагмент даних для кластеризації

<b>Economy</b>	<b>Access</b>	<b>Use</b>	<b>Skills</b>	<b>IPB</b>	<b>GNI p.c., USD</b>
Afghanistan	2.44	0.24	2.98	17.2	700
Albania	4.62	3.26	7.82	4.3	4700
Algeria	4.46	0.73	6.72	2.9	5290
Angola	2.52	1.06	3.65	6.9	5010
Antigua & Barbuda	7.02	3.99	7.41	2.7	12910
Armenia	5.64	3.02	8.04	2.3	3790
Australia	8.23	7.48	9.5	0.6	65520
Austria	8.28	6.28	8.96	0.5	48590
Azerbaijan	6.07	4.4	7.33	1.4	7350
Bahrain	7.72	7.06	7.44	0.9	19756
Bangladesh	2.57	0.27	4.18	3.8	900
Barbados	7.86	5.2	8.65	2.3	15231
Belarus	7.39	4.99	9.69	1	6720
Belgium	8.26	6.18	8.99	0.9	45210
Benin	2.94	0.18	2.96	39	790
Bhutan	3.18	1.67	4.54	2.1	2460
Bolivia	4.11	1.86	6.97	9.5	2550
Bosnia and Herzegovina	5.63	3.71	7.5	2.6	4740
Botswana	4.06	3.03	5.86	3.3	7730
Brazil	6.14	4.01	7.22	3	11690
Brunei Darussalam	7.24	2.68	7.32	1	33002
Bulgaria	6.77	4.77	8.46	3.2	7030
Burkina Faso	2.46	0.45	1.97	42	670
Cambodia	3.73	0.55	4.49	9.2	950
Cameroon	2.75	0.28	4.45	31	1270
Canada	8.01	6.63	8.85	0.8	52200
Cape Verde	4.55	2.9	6.62	5.8	3630
Central African Rep.	1.32	0.12	1.91	66.6	320
Chile	6.35	4.08	8.72	2.5	15230
China	5.1	2.99	7.02	1.7	6560
Colombia	5.44	3.07	7.71	3.1	7560
Costa Rica	6.27	4.48	8.13	1	9550

Багатовимірна діаграма розміщення даних показує, що на початковій множині дійсно можуть бути виділені однорідні групи об'єктів (рис. 2.23).

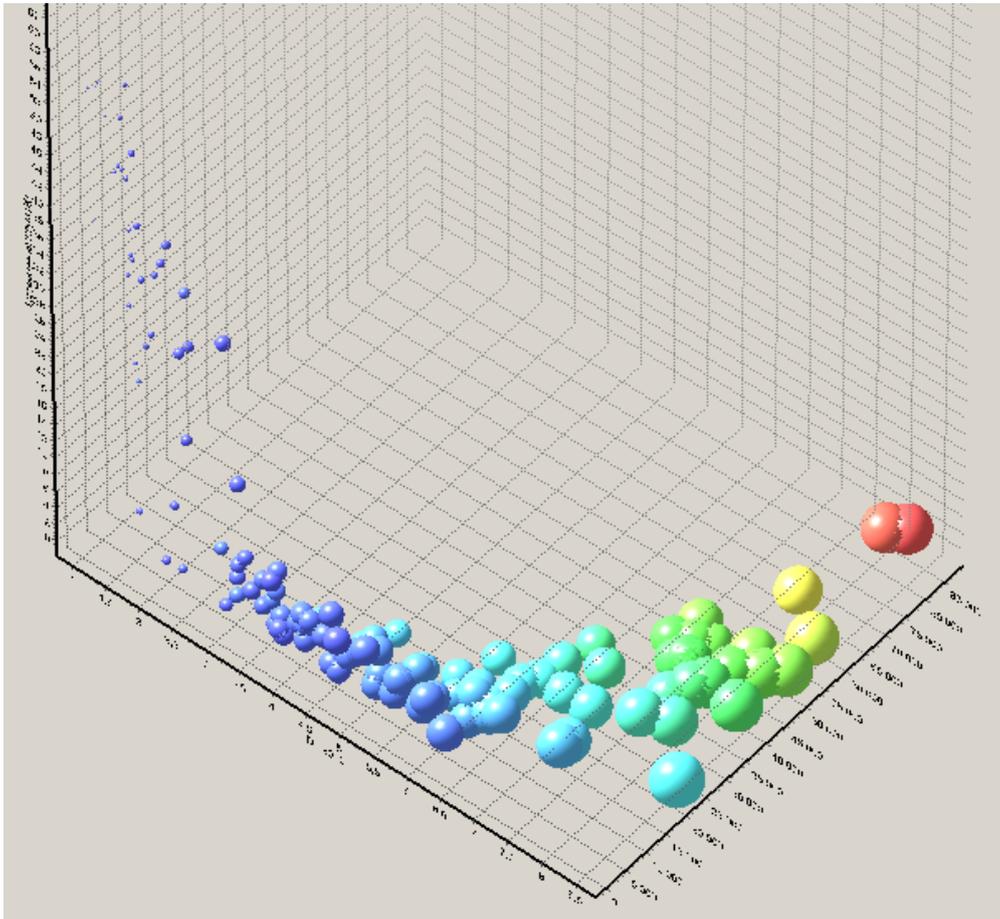


Рис. 2.23 – Багатовимірна діаграма розміщення даних<sup>58</sup>

Для вирішення завдання кластеризації був використаний інструментарій нейросітьового моделювання. Карти Кохонена [11], призначені для дослідження статистичних закономірностей у багатовимірних даних, були обрані, оскільки не тільки дозволяють працювати з великими вибірками різнорідних даних, але й забезпечують якісну візуалізацію результатів кластеризації.

У процесі побудови нейронної мережі<sup>59</sup> на навчальній множині було розпізнано 98 % прикладів, на тестовому – 100 %, що свідчить про високу якість кластеризації (рис. 2.24) [12].

У результаті навчання мережі були сформовані шість однорідних кластерів, характеристики яких були зіставлені з шістьма стадіями розвитку інформаційної економіки (рис. 2.25) [34].

<sup>58</sup> Вісь абсцис – ІДІ, вісь ординат – ВНД на душу населення, вісь аплікват – ціни на послуги ІКТ.

<sup>59</sup> Розрахунки проводилися з використанням аналітичної платформи Deductor Studio Academic 5.2 [3].

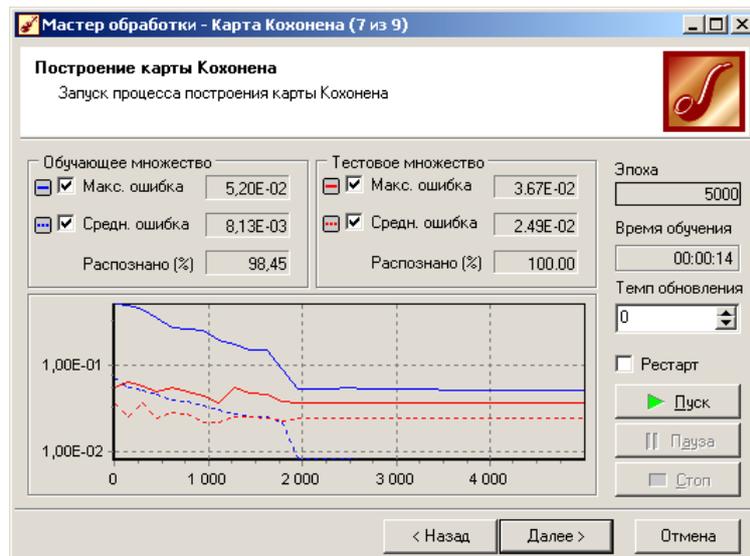
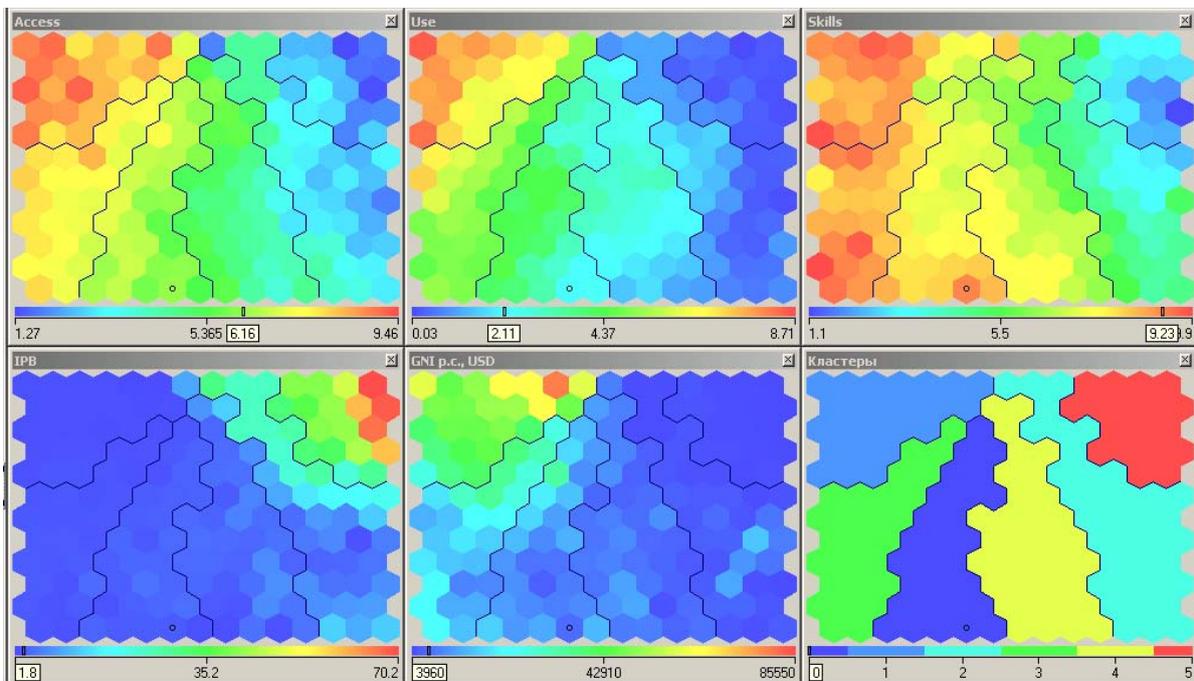


Рис. 2.24 – Навчання мережі Кохонена

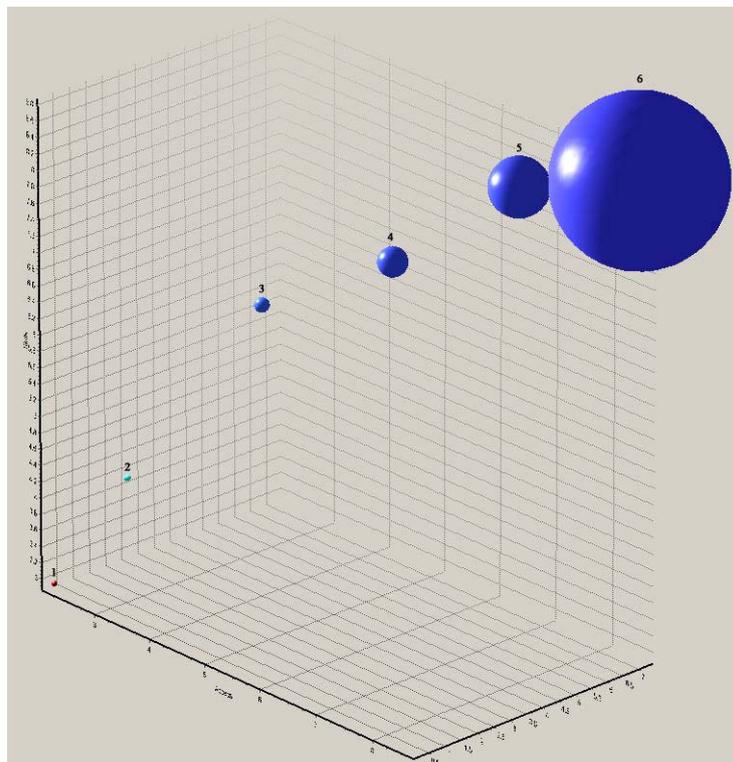
Рис. 2.25 – Карти Кохонена<sup>60</sup>

Ядра виділених кластерів описуються значеннями ваг, приєднаних до шару Кохонена (рис. 2.26), вони відображають характеристики найбільш типових об'єктів кожного класу. Висока значимість усіх параметрів кластеризації свідчить про хорошу її якість.

Розглянемо виділені кластери докладніше в порядку зростання рівня розвитку інформаційної економіки (рис. 2.26).

<sup>60</sup> Положення України відзначено точкою, значення відповідних показників наведені в легендах під картами.

		стадія 3 (кластер 4)	стадія 2 (кластер 2)	стадія 4 (кластер 0)	стадія 6 (кластер 1)	стадія 5 (кластер 3)	стадія 1 (кластер 5)
		33 ( 21.9%)	29 ( 19.2%)	27 ( 17.9%)	25 ( 16.6%)	24 ( 15.9%)	13 ( 8.6%)
<b>+ Поля</b>	<b>Показатели</b>						
9.0 GNI р.с., USD	Значимость	100.0%	99.9%	84.7%	100.0%	60.4%	99.1%
	Среднее	5 066	2 658	9 737	53 496	18 734	663
	Стандартн. откл.	2 264	3 080	5 927	17 524	8 007	381
9.0 IPB	Значимость	100.0%	91.9%	96.6%	98.9%	97.6%	100.0%
	Среднее	3.36	12.60	2.09	0.67	1.38	46.55
	Стандартн. откл.	1.79	9.12	0.95	0.26	0.60	15.33
9.0 Skills	Значимость	16.4%	100.0%	96.7%	100.0%	100.0%	100.0%
	Среднее	6.83	4.46	7.65	8.70	8.61	3.03
	Стандартн. откл.	0.60	1.21	0.70	0.81	0.71	1.13
9.0 Use	Значимость	100.0%	100.0%	18.8%	100.0%	100.0%	100.0%
	Среднее	2.28	0.86	3.46	7.24	5.33	0.25
	Стандартн. откл.	0.67	0.52	0.76	0.77	0.79	0.16
9.0 Access	Значимость	100.0%	100.0%	94.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	Среднее	4.72	3.11	6.37	8.53	7.51	2.21
	Стандартн. откл.	0.65	0.71	0.53	0.57	0.52	0.65

Рис. 2.26 – Ядра кластерів<sup>61</sup>Рис. 2.26 – Ядра кластерів у просторі ознак<sup>62</sup>

<sup>61</sup> У першому стовпчику таблиці перераховані показники, на підставі яких проводилася кластеризація, – це індекс IDI, ВНД на душу населення і ціни на послуги ІКТ; у другому – перелік характеристик, значення яких представлені в 3–8 стовпчиках таблиці, – це середні значення показників кластеризації (ядра класів), рівень їх значущості у виділених кластерах і стандартне відхилення. У шапці таблиці наведено номери кластерів (рядок 1) і число країн, що ввійшли в кожен кластер в абсолютному значенні й у відсотках від загальної їх кількості (рядок 2).

<sup>62</sup> По осях відображені індекси доступу, використання і навичок, розмір об'єкта – ВНП на душу населення, колір – вартість кошика послуг ІКТ.

Рис. 2.26 свідчить, що найістотнішим чинником при переході з першої на другу стадію є зниження цін на послуги ІКТ, з другої на третю – зростання навичок використання ІКТ, з третьої на четверту – збільшення доступу до ІКТ, з четвертої на п'яту – розширення спектра послуг ІКТ, що в сукупності забезпечує значне зростання добробуту суспільства за рахунок впровадження інформаційно-комунікаційних технологій при переході з п'ятої на шосту стадію розвитку інформаційної економіки.

Також ці висновки проілюстровані в табл. 2.13, у якій жирним шрифтом виділено показники, що дають максимальний приріст при переході з попередньої стадії на наступну.

Таблиця 2.13

### Характеристики стадій інформатизації

Стадія	ВНП на д.н., \$	Використання	Доступ	Навички	Кошик цін ІКТ
6	<b>53 496</b>	7.24	8.53	8.70	0.67
5	<b>18 734</b>	<b>5.36</b>	7.51	8.61	1.38
4	9 737	<b>3.46</b>	<b>6.37</b>	7.65	2.09
3	5 066	2.28	<b>4.72</b>	<b>6.83</b>	3.36
2	2 658	0.86	3.11	<b>4.46</b>	<b>12.6</b>
1	663	0.25	2.21	3.03	<b>46.55</b>

На третьому етапі методики на основі графової моделі та численних характеристик стадій формування інформаційної економіки були запропоновані комплекси пріоритетних для кожної стадії заходів. Зокрема, на першій стадії стратегія інформатизації повинна бути спрямована на:

- 1) зниження вартості кошика послуг ІКТ;
- 2) розширення доступу до ІКТ (у першу чергу, числа домашніх господарств і підприємств, що мають і використовують комп'ютери);
- 3) підвищення інформаційної грамотності населення (частки учнів на один комп'ютер у школах, частки приватних осіб, які користуються комп'ютером).

Основна увага при формуванні стратегії впровадження ІКТ на другій стадії повинна бути сконцентрована на:

- 1) підготовці кваліфікованих кадрів (працівників, які регулярно використовують комп'ютери, учнів, які здобувають освіту в областях, пов'язаних з ІКТ);
- 2) створенні інформаційно-комунікаційної інфраструктури (що характеризується, наприклад, кількістю ліній фіксованого телефонного зв'язку, смугою пропускання міжнародного трафіка Інтернету, часткою підприємств, представлених у мережі).

Стратегічними напрямками розвитку на третьому етапі стають:

- 1) забезпечення повсюдного доступу до мережевих технологій (число абонентів рухомого та фіксованого широкосмугового зв'язку);
- 2) чітке законодавче оформлення сфер онлайн-комунікації та електронної комерції;
- 3) створення надійних систем електронних платежів як у банківському, так і в комерційному секторі;
- 4) підвищення рівня захисту угод і послуг.

На четвертому етапі до пріоритетних напрямів належать:

- 1) удосконалення інфраструктури ІКТ;
- 2) сприяння становленню електронного уряду;
- 3) збільшення числа і якості надаваних послуг ІКТ.

На п'ятому етапі увага розробників стратегій концентрується на формуванні інституту електронної демократії, «якісного управління» (Good Governance), яке за методологією ООН включає такі ключові характеристики [23]:

- 1) співробітництво і спільна робота громадян і влади (Participatory);
- 2) визнання верховенства права (Rule of Law);
- 3) прозорість влади та її рішень (Transparency);
- 4) швидкість реагування, оперативність (Responsiveness);
- 5) орієнтація на консенсус (Consensus Oriented);
- 6) рівність і відсутність дискримінації (Equity and Inclusiveness);
- 7) результативність, ефективність і економічність (Effectiveness and Efficiency).

Пріоритетним напрямом розвитку на шостому етапі є зміцнення інститутів електронної демократії, побудова безпечного інформаційного суспільства.

Якщо розглядати отримані результати в розрізі по країнах, слід зазначити, що на найнижчій стадії розвитку перебувають 13 країн (8,6 % від загального числа країн). Це найбідніші країни Африки – Бенін, Гамбія, Камерун, Нігер, Руанда, Ефіопія та ін. Вони характеризуються найнижчими середніми значеннями субіндексів IDI (доступ – 2,21; використання – 0,25; навички – 3,03); проте послуги ІКТ тут найдорожчі – 46,55 дол. при мінімальному ВНД на душу населення – 663 дол. на рік.

Тому, як впливає із запропонованої методики, для цих країн важливі заходи щодо зниження ціни на послуги ІКТ, що сприятиме збільшенню доступу до них. Хоча всі три субіндекси ІКТ в цих країнах знаходяться на дуже низькому рівні, при розробці національних програм інформатизації акцент повинен робитися в першу чергу на збільшення навичок ІКТ.

На другій стадії знаходяться 29 країн (19,2 % від загального числа). Практично всі вони розташовані в Африці (Ангола, Гана, Замбія, Кенія)

і Південній Азії (Бангладеш, Лаос). Значення субіндексів IDI тут, як і раніше, вкрай низькі (доступ – 3,11; використання – 0,86; навички – 4,46); проте послуги ІКТ вже значно дешевші – 12,60 дол., що становить лише 0,47 % від ВНД на душу населення в цій групі країн.

Згідно із запропонованою методикою політика інформатизації цих країн повинна бути спрямована на продовження зниження цін на послуги ІКТ та планомірне збільшення доступу до них.

На наступній стадії розвитку інформаційного суспільства кластер, сформований із 33 країн (21,9 % від загального числа). Це країни Азії – В'єтнам, Китай; Африки – Єгипет, Марокко; Латинської Америки – Болівія, Парагвай, Перу. Сюди ж увійшли дві країни СНД – Киргизстан і Узбекистан.

Субіндекси IDI тут уже істотно вищі і досягають таких значень: доступ – 4,72; використання – 2,28; навички – 6,83; вартість послуг ІКТ становить 3,36 дол., що в чотири рази нижче, ніж на попередній стадії, при вдвічі більшому ВНД на душу населення – 5066 дол. на рік.

На цьому етапі основний потенціал розвитку закладений у побудову інфраструктури ІКТ і законодавчому оформленні її використання.

Четвертій стадії формування інформаційної економіки відповідають характеристики 27 країн (17,9 % від загального списку), серед них країни СНД – Азербайджан, Вірменія, Грузія, Казахстан, Молдова, Україна; Східної Європи – Албанія, Боснія, Румунія, Сербія, Туреччина; Латинської Америки – Бразилія, Венесуела, Колумбія. Ядро кластера описується такими значеннями показників: середнє значення цін на послуги ІКТ становить 2,09; показники субіндексів IDI (доступ – 6,37; використання – 3,46; навички – 7,65); ВНД на душу населення – 9737 дол. на рік.

На четвертій стадії, коли індекс ІКТ досяг досить високих значень, а ціни на послуги ІКТ зробили їх доступними широким верствам населення, розвиток інформаційної економіки, згідно із запропонованою методикою, може тривати як за рахунок вдосконалення інфраструктури ІКТ, так і за рахунок зростання числа і якості послуг ІКТ, що надаються. Також на цій стадії закладаються основи для побудови електронного уряду.

На п'ятій стадії розвитку інформаційної економіки знаходяться 24 країни Європи – Греція, Литва, Латвія, Польща, Португалія, Чехія, Естонія; СНД – Білорусь, Росія, а також Близького Сходу – ОАЕ і Саудівська Аравія. Тут середнє значення цін на послуги ІКТ становить 1,38 дол.; показники субіндексів IDI (доступ – 7,51; використання – 5,33; навички – 8,61); ВНД на душу населення – 18 734 дол. на рік.

На цьому етапі, коли досягнуте насичення у доступі до ІКТ, програми інформатизації можуть бути спрямовані на побудову «електронного уряду» і розширення спектру послуг ІКТ в цілому.

Шостій стадії розвитку інформаційної економіки відповідають характеристики 25 країн (16,6 % від загального списку). Ці країни домоглися найістотніших успіхів у її формуванні. До них належать країни Південно-Східної Азії – Гонконг, Корея, Сінгапур, Японія; Європи – Німеччина, Данія, Ірландія, Ісландія, Нідерланди, Норвегія, Велика Британія, Фінляндія, Франція, Швейцарія, Швеція; та Америки – Канада, США. Це найбагатші країни світу, ВНД на душу населення тут понад 50 тис. дол. на рік, при цьому вартість послуг ІКТ найнижча – 0,67 дол. Показники субіндексів ІДІ перевищують 7 [32].

Країни, що знаходяться на цій стадії розвитку інформаційного суспільства, досягнувши насичення не тільки за показником доступу до ІКТ, а й за показником використання, концентрують свої зусилля на побудові інституту електронної демократії (акцентуючи увагу не стільки на спектрі надаваних послуг, скільки на питаннях безпеки, культурних аспектах, проблемах глобалізації в цілому).

Підводячи підсумок, хотілося б відзначити, що в результаті кластеризації Україна потрапила в кластер, відповідний четвертій стадії розвитку інформаційної економіки, тому сьогодні в рамках програм інформатизації для нашої країни актуальні заходи щодо розширення списку послуг ІКТ та підвищення їх якості (насамперед за рахунок впровадження концепції електронного уряду) [35]. Однак необхідно також продовжувати діяльність із законодавчого оформлення електронної комерції, електронної безпеки, підвищення рівня захисту угод і послуг. Тільки лише після того, як ці механізми почнуть ефективно працювати, можна буде говорити про реальні перспективи розвитку електронного уряду в Україні.

### 2.3. Електронний уряд в Україні на тлі світових тенденцій

Феномен нового державного управління виник у рамках більш широкого руху за «уряд, який перебудовується», який почався наприкінці 1970-х рр. у розвинених країнах світу.<sup>63</sup> Л. Сморгунів пов'язує значне поширення і популярність принципів нового державного менеджменту зі

---

<sup>63</sup> Авторами концепції «Уряду, який перебудовується» (Reinventing Government – RG) є Д. Осборн і Т. Геблер, які пропонують принципи RG як узагальнення змін у державному управлінні: держава розглядається не як неминуче зло, а як спосіб колективної діяльності і вирішення суспільних проблем; ефективна держава має відповідати вимогам інформаційного суспільства та економіки знань – велика, централізована бюрократія повинні залишитися в минулому; проблемою державного управління є не люди (бюрократи), а сама бюрократична система; традиційна демократія не зможе вирішити сьогоденні проблеми держави шляхом перерозподілу коштів; необхідно спиратися на принципи забезпечення рівності можливостей для всіх громадян.

зростанням недовіри урядам і розширенням у суспільній свідомості негативізму у відношенні до влади [40]. Концепція нового державного управління отримала назву «Електронний уряд» (E-Government).

Критичний аналіз референтної бази дозволяє говорити про три можливі інтерпретації терміна «електронний уряд» (ЕУ) [40]. В основі першого підходу лежить практика перенесення ефективних технологій менеджменту з комерційної сфери в суспільну; а сама концепція електронного уряду обмежується наданням державних послуг з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), впровадження яких може забезпечити підвищення якості держпослуг при одночасному скороченні витрат.

У рамках другого підходу уряд розглядається як високотехнологічна організація, діяльність якої забезпечується сучасними засобами ІКТ, а функціонал не обмежується електронним сервісом надання урядових послуг, а спрямований на реформування громадського сектора відповідно до запитів інформаційної економіки.

Автори третього підходу розглядають електронний уряд як нову модель державного менеджменту, яка не тільки забезпечує відкритість урядової інформації і полегшує надання публічних онлайн-послуг, а й розширює можливості впливу громадян на процес прийняття та реалізації політичних рішень [40]. Таким чином, вони фактично переходять від концепції електронного уряду (E-Government) до концепції електронного управління (E-Governance). Основним завданням концепції E-Governance є збільшення прозорості для громадян державного управління, зміна його структури за рахунок переходу від строгої ієрархії до мережевих зв'язків між державними органами, громадськими та комерційними організаціями [9, 40].

У рамках концепції E-Governance введено поняття «якісне управління» (Good Governance), яке за методологією ООН має такі ключові характеристики:

- співпраця та спільна робота громадян і влади (Participatory);
- визнання верховенства права (Rule of Law);
- прозорість влади та її рішень (Transparency);
- чуйність реагування, оперативність (Responsiveness);
- орієнтація на консенсус (Consensus Oriented);
- рівність і відсутність дискримінації (Equity and Inclusiveness);
- результативність, ефективність і економічність (Effectiveness and Efficiency);
- підзвітність влади громадянам (Accountability) [9].

Для кількісної оцінки розвитку електронного уряду в даний час використовуються дві основні методики:

1) система індикаторів вимірювання рівня розвитку електронного уряду в країнах Європейського Союзу, розроблена компанією Cargemini [2];

2) система індексів готовності країн світу до використання електронного уряду, розроблена Департаментом економічного і соціального розвитку ООН [22].

Передумовою для розробки останньої стала серія проектів у межах програми «Електронна Європа» (2002–2005 рр.), основним завданням яких було забезпечення електронного доступу до базових державних послуг у країнах-учасниках. У її рамках було сформовано список 20 базових електронних державних послуг для громадян і для бізнесу (табл. 2.14).

Таблиця 2.14

**Базові електронні послуги в країнах Євросоюзу [13]**

Базові електронні послуги для громадян (G2C)	Базові послуги ЄС для бізнесу (G2B)
<ul style="list-style-type: none"> <li>– декларування прибуткового податку;</li> <li>– пошук роботи через служби зайнятості;</li> <li>– оформлення соціальної допомоги;</li> <li>– оформлення персональних документів;</li> <li>– реєстрація автомобіля;</li> <li>– подача заяв на будівництво;</li> <li>– інформування поліції;</li> <li>– користування публічними бібліотеками;</li> <li>– оформлення свідоцтв;</li> <li>– подача заяв на вступ до навчальних закладів;</li> <li>– інформування про зміну місця проживання</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– оформлення соціальних відрахувань на службовців;</li> <li>– декларування корпоративних податків;</li> <li>– оформлення податку на додану вартість;</li> <li>– реєстрація нової компанії;</li> <li>– подача статистичних даних;</li> <li>– митне декларування;</li> <li>– отримання дозволів, пов'язаних з охороною навколишнього середовища;</li> <li>– функціонування системи державних закупівель</li> </ul>

Також у рамках програми була розроблена система індексів готовності країн світу до використання електронного уряду, які оцінюються за рівнями розвитку електронного уряду (E-Government) та електронної участі (E-Participation). Індекси розраховуються як середні арифметичні складових їх показників (табл. 2.15).

Таблиця 2.15

**Структура індексів розвитку електронного уряду  
(E-Government Index) та електронного участі  
(E-Participation Index) [20]**

<b>Індекс</b>	<b>Показники</b>
<i>Індекс розвитку електронного уряду (E-Government Index)</i>	
Субіндекс урядових веб-сайтів (Online Service Index)	Кількість точок доступу до: <ul style="list-style-type: none"> <li>– інформації про діяльність уряду;</li> <li>– інтерактивних послуг;</li> <li>– фінансових транзакцій;</li> <li>– участі в прийнятті рішень</li> </ul>
Субіндекс телекомунікаційної інфраструктури (Infrastructure Index)	Кількість у розрахунку на 100 чол.: <ul style="list-style-type: none"> <li>– ПК;</li> <li>– користувачів Інтернету;</li> <li>– телефонних ліній;</li> <li>– мобільних телефонів;</li> <li>– широкосмугових каналів зв'язку</li> </ul>
Субіндекс людського капіталу (Human Capital Index) <sup>64</sup>	– рівень грамотності серед дорослого населення; – частки випускників молодшої, середньої і вищої школи
<i>Індекс електронної участі (E-Participation Index)</i>	– електронне інформування громадян урядом зі свого веб-сайту; – електронні консультації, причому відвідувачі урядового веб-сайту повинні мати можливість вибору теми; – електронне прийняття рішень за участю громадян країни, при цьому уряд забезпечує зворотний зв'язок за результатами вирішення конкретних проблем

Проаналізуємо динаміку значень індексу розвитку електронного уряду країн-лідерів і місце нашої країни в даному рейтинзі. Згідно з останніми даними [21] Україна займає 87-ме місце за рівнем розвитку електронного уряду (табл. 2.16, додатки Г, Д, Е).

<sup>64</sup> Розраховується на основі даних UNESCO.

Таблиця 2.16

**Індекс розвитку електронного уряду, 2003–2014 рр. [21]**

Країни	2014		2010		2008		2005		2003	
	значення	ранг								
Корея	0,95	1	0,88	1	0,83	6	0,87	5	0,744	13
США	0,87	7	0,85	2	0,86	4	0,91	1	0,927	1
Велика Британія	0,86	8	0,81	4	0,79	10	0,88	4	0,814	5
...										
Україна	0,50	87	0,52	54	0,57	41	0,55	48	0,46	54
Росія	0,73	27	0,51	59	0,51	60	0,53	50	0,44	58
Білорусь	0,61	55	0,49	64	0,52	56	0,53	51	0,40	81
...										
Гвінея	0,10	190	0,14	180	0,14	180	0,14	170	0,13	165
Нігер	0,09	191	0,11	183	0,11	181	0,07	174	0,06	170

Незважаючи на те, що згідно з результатами проведеного вище дослідження в Україні поки рано говорити про реальні перспективи розвитку електронного уряду та електронної демократії, проте в останні роки в нашій країні робляться суттєві кроки в даному напрямку: прийняті Закон «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 рр.», Указ «Про проведення електронних консультацій з громадськістю на сайті «Громадянське суспільство і влада» (Мін'юст, 2009), Постанова «Про затвердження Порядку залучення громадян до формування та реалізації державної політики» (КМУ, 2010), Рішення до «Питання реалізації пілотного проекту з впровадження технологій електронного уряду» (КМУ, 2010), «Концепція розвитку електронного уряду на період до 2015 року» (2010).

До 2010 р. країна була лідером регіону СНД, випереджаючи Росію і Білорусь (рис. 2.28). Однак якщо до 2008 р. динаміка індексу електронного уряду демонструвала сповільнений ріст, то після спостерігалось тільки його скорочення. Це призвело до того, що у 2014 р. Україна скотилася в другу половину загального рейтингу з 193 країн і сьогодні відставання від, наприклад, Росії, становить уже 60 пунктів, а з 11 країн СНД вона знаходиться на 8 місці.

Аналіз показує, що ця тенденція обумовлена в першу чергу негативною динамікою індексу розвитку урядових веб-сайтів, хоча й індекс людського капіталу після 2010 р. також пішов на спад (рис. 2.29).

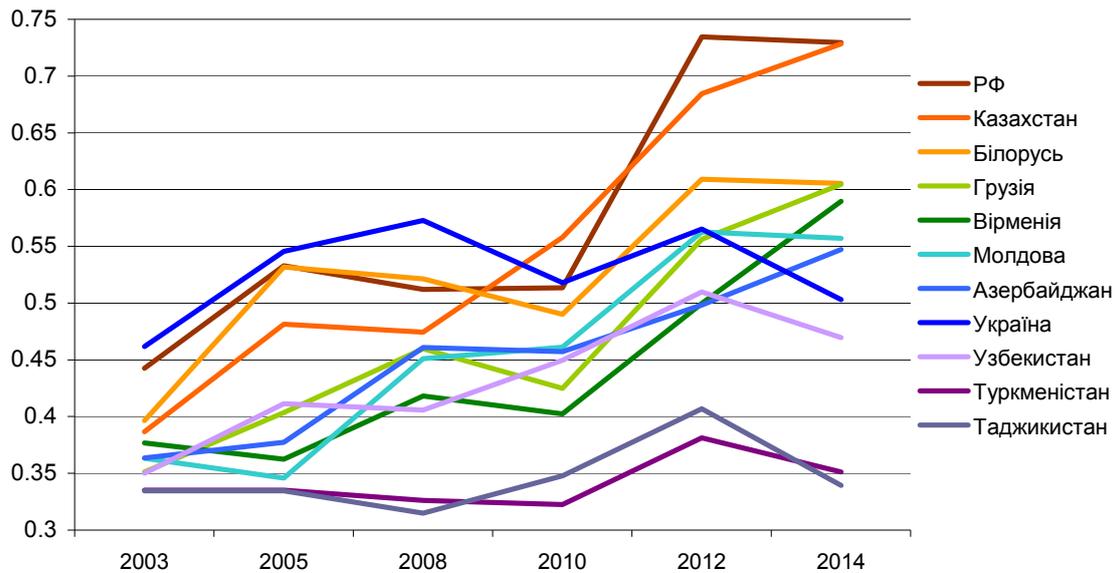


Рис. 2.28 – Динаміка індексу розвитку ЕУ в країнах СНД

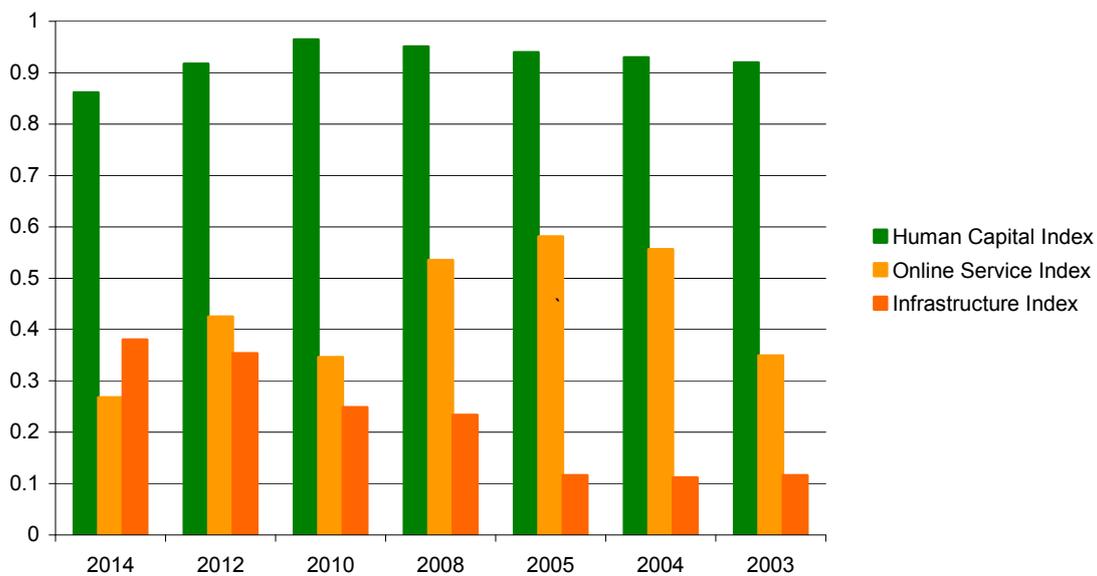
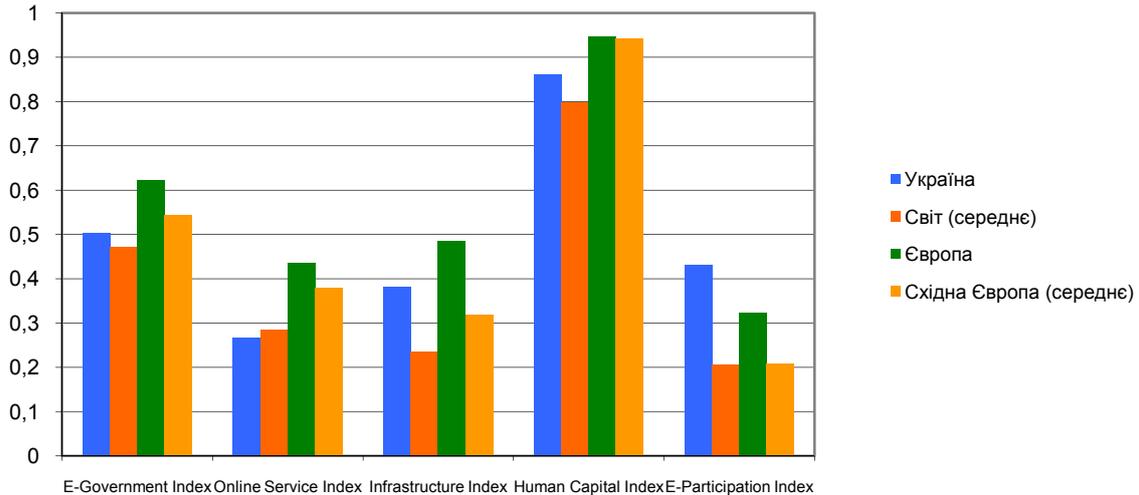
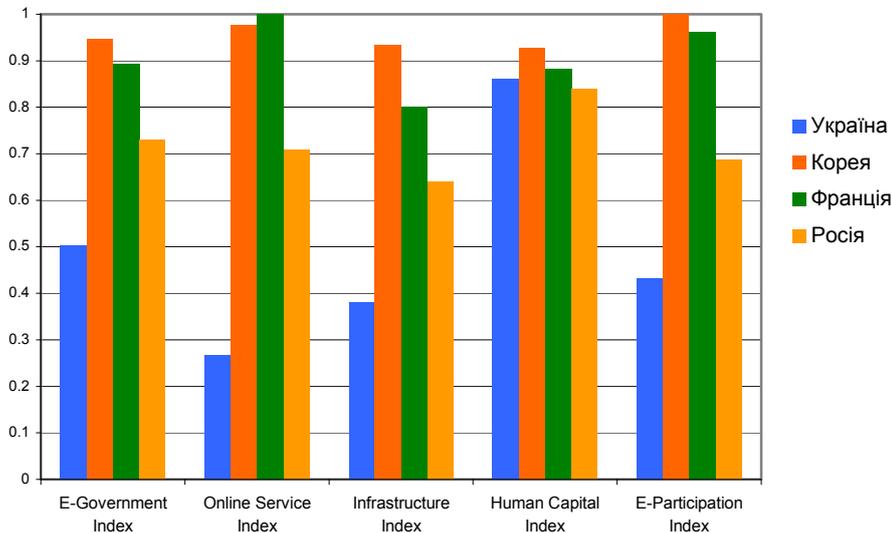


Рис. 2.29 – Динаміка показників, які складають індекс розвитку ЕУ в Україні

Якщо порівнювати індекс розвитку електронного уряду в розрізі складових показників, то ситуація в нашій країні не надто поступається середньому рівню по Східноєвропейському регіону (все ж значно відстаючи від середньоєвропейського рівня), і навіть перевершує середньосвітові значення (рис. 2.30 а). Однак порівняно з регіональними лідерами спостерігається істотне відставання за всіма показниками, крім індексу людського капіталу (рис. 2.30 б).



a)



b)

**Рис. 2.30 – Індеси розвитку електронного уряду (E-Government Index) та електронної участі (E-Participation Index) в Україні та світі, 2014 р.**

Як було сказано вище, індекс ЕУ використовується для узагальнюючої оцінки та порівняння країн, при цьому він є композиційним і розраховується на основі 3-х показників. Ранжування країн за кожним окремим індексом дає різні результати, відмінні від результатів порівняння за узагальнюючим показником ЕУ. У методиці ООН виділяється чотири етапи розвитку електронного уряду, проте чисельно характеристики етапів не оцінюються, а процес віднесення країн до того чи іншого етапу не є строго формалізованим. Тому була поставлена задача обчислення параметрів, характерних для чотирьох етапів формування електронного уряду. Вона була вирішена з використанням засобів штучного інтелекту шляхом виділення кластерів об'єктів, однорідних за значенням набору показників, що складають індекс ЕУ.

Побудовані на основі індексів розвитку електронного уряду за 192 країнами світу за 2014 р. карти Кохонена<sup>65</sup> (рис. 2.31) дозволили чисельно описати чотири стадії впровадження ІКТ в роботу органів державного управління [12].

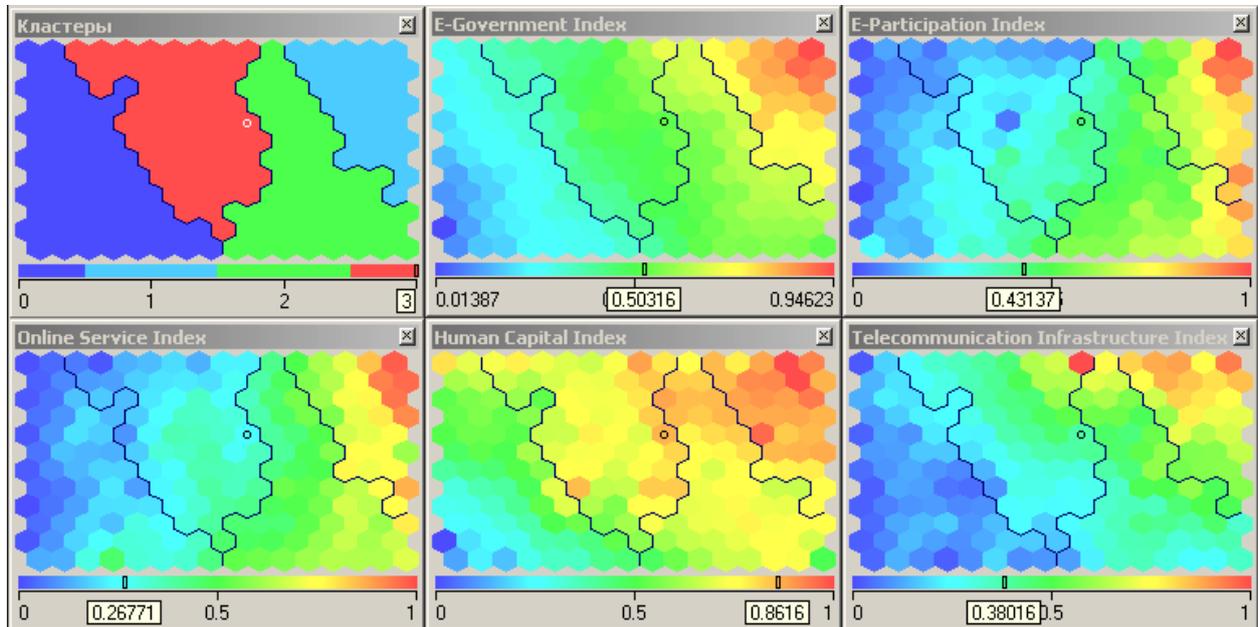


Рис. 2.31 – Карти Кохонена (положення України позначено точкою)

Ядра виділених кластерів характеризуються значеннями ваг, приєднаних до шару Кохонена (рис. 2.32), вони відображають характеристики найбільш типових об'єктів кожного класу. Розглянемо, наприклад, кластер країн (номер 1), що знаходяться на найвищій, четвертій стадії розвитку електронного уряду. Сюди ввійшло 32 країни або 16,6 % усіх досліджених країн. Його ядро описується такими значеннями показників: Infrastructure = 0,73; Online\_Service = 0,79; Human\_Capital = 0,87; E\_Participation = 0,75, а значення цих показників, наприклад, для Франції становлять Infrastructure = 0,80; Online\_Service = 1,00; Human\_Capital = 0,88; E\_Participation = 0,96. Значимість усіх показників для нульового кластера дорівнює 100 %.

Аналіз показав, що на найвищій, четвертій стадії розвитку ЕУ перебувають 37 країн (19 %) – це високорозвинені країни Європи (Німеччина, Франція, Ісландія), Азії (Японія, Корея, Сінгапур) і Америки (США, Канада). У цих країнах активно ведеться двосторонній обмін інформацією між державою і громадянами через інтерфейс єдиного вікна, здійснюються фінансові онлайн-транзакції. Їх розвиток, за класифікацією ООН,

<sup>65</sup> Розрахунки проводились із використанням аналітичної платформи Deductor Studio Academic 5.3.

відповідає стадії, коли громадяни і бізнес можуть брати участь у процесі прийняття політичних рішень.

		Кластери					Итого
		0	2	3	1		
		63 (32.6%)	49 (25.4%)	44 (22.8%)	37 (19.2%)		
+ Поля	Показатели						
9.0 Telecommunication	Значимость	100.0%	95.1%	14.4%	100.0%	100.0%	
	Среднее	0.10672	0.42096	0.3595	0.73732	0.36502	
9.0 Human Capital Index	Значимость	100.0%	100.0%	99.9%	100.0%	100.0%	
	Среднее	0.43091	0.72818	0.72034	0.87025	0.65659	
9.0 Online Service Index	Значимость	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
	Среднее	0.14048	0.52884	0.26896	0.78484	0.3919	
9.0 E-Participation Index	Значимость	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
	Среднее	0.16215	0.54781	0.25935	0.7488	0.39469	

Рис. 2.32 – Ядра кластерів

На третій стадії (другий кластер) знаходяться 49 країн (25,4 %) – це переважно країни Південно-Східної Європи (Італія, Чехія, Угорщина, Болгарія, Польща, Румунія, Португалія, Греція) і Південної Америки (Бразилія, Венесуела, Колумбія, Мексика, Перу, Панама). У цих країнах на сайтах держорганів представлена інформація про діяльність уряду, проводяться заходи з налагодження двостороннього обміну інформацією.

На другій стадії (44 країни – 22,8 %) кластер № 3, сформований з пострадянських країн (Вірменія, Азербайджан, Україна, Росія, Білорусь, Молдова, Грузія, Казахстан, Киргизстан, Узбекистан) і країн Азії (Індонезія, Кувейт, Монголія, Саудівська Аравія, Іран). Ці країни знаходяться на початковій стадії розвитку електронного уряду за класифікацією ООН.

У країнах, що входять до нульового кластера, електронний уряд практично відсутній. Це 63 країни (більше 30 % загального списку), які відрізняються між собою за рівнем розвитку людського капіталу – починаючи від найбільш бідніших країн Африки (Сомалі, Нігер) і закінчуючи Індією, Таджикистаном і Туркменістаном, де цей показник досить високий.

У цілому, характеристики виявлених стадій розвитку електронного уряду представлені в табл. 2.17.

Якщо ж розглядати динаміку країн за виділеними кластерами (рис. 2.33), то бачимо, що основна динаміка спостерігається в кластерах, які відповідають другій і третій стадіям, у той час як кластери лідерів, а також найменш розвинених країн залишаються практично без змін.

У результаті проведеного дослідження Україна потрапила до кластера, що відповідає другій стадії впровадження ІКТ у діяльність держструктур. До цього кластера потрапили ще три країни пострадянського простору –

Киргизстан, Таджикистан, Туркменістан, а також деякі країни Африки і Латинської Америки – Гренада, Ямайка, Лівія, Суринам. Хоча Україна знаходиться на кордоні даного кластера, від переходу до наступного її відділяє істотне відставання за показниками розвитку урядових веб-сайтів і, як наслідок, електронної участі.

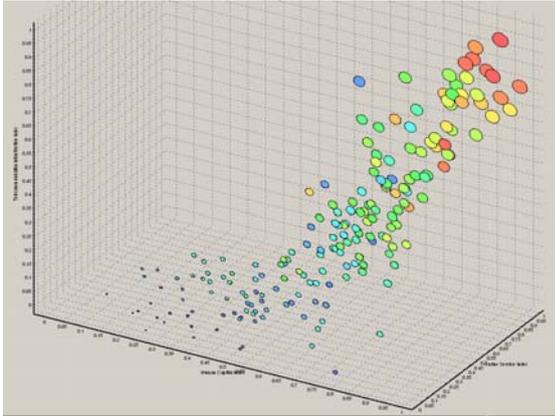
Таблиця 2.17

### Стадії формування електронного уряду

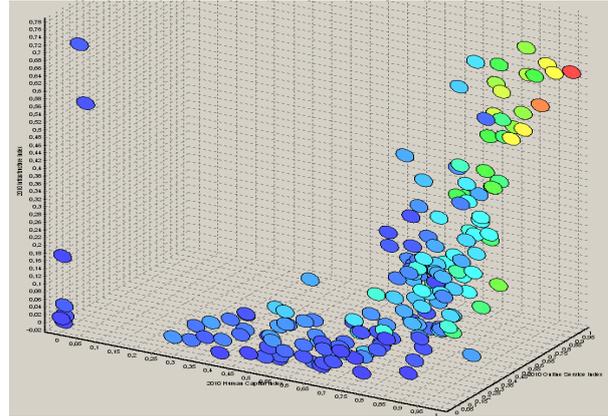
Стадія	Характеристика	Країни
Перша (кластер 0)	Низький рівень людського капіталу, практично відсутні телекомунікаційна інфраструктура та урядові веб-сайти	63 країни, серед яких Афганістан, Бангладеш, Чад, Нігер, Пакистан, Сенегал і Мозамбик
Друга (кластер 3)	Середній рівень людського капіталу вище від середнього, телекомунікаційна інфраструктура та урядові веб-сайти на стадії становлення	44 країни, серед яких <b>Україна</b> , Росія, Білорусь, Молдова, Монголія, Іран
Третя (кластер 2)	Високий рівень людського капіталу, розвинена телекомунікаційна інфраструктура, урядові веб-сайти є інформаційними	49 країн, серед яких Чехія, Угорщина, Болгарія, Румунія, Бразилія, Венесуела, Колумбія, Мексика
Четверта (кластер 2)	Найвищий рівень людського капіталу, розвинена телекомунікаційна інфраструктура, урядові веб-сайти є інтерактивними	37 країн, серед яких Корея, США, Канада, Велика Британія, Франція, Сінгапур, Швеція, Німеччина, Японія, Естонія

Як показує світовий досвід, практична реалізація концепції електронного уряду йде в напрямку від широкого використання ІКТ для надання державних послуг та розвитку онлайн-сервісів до трансформації державного управління на основі зміни принципів, на яких будується взаємодія влади і громадян. Процес іде від побудови системи «E-Government» у її найпростішому розумінні як системи електронних сервісів до усвідомлення і реалізації концепції «E-Governance», яка передбачає розширення форм і сфери впливу громадян на процес прийняття та реалізації управлінських рішень.

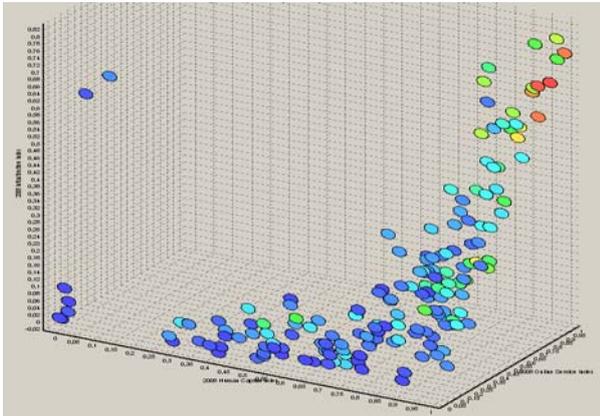
2015



2010



2008



2003

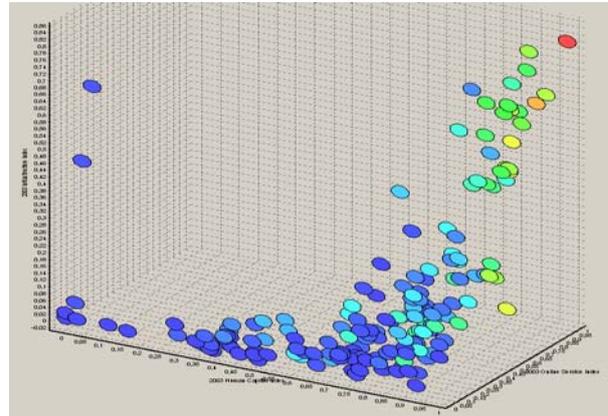


Рис. 2.33 – Динаміка країн між кластерами

Принципи концепції «E-Governance» і методів «якісного управління» («Good Governance»), які ґрунтуються на новій моделі публічного управління, в Україні тільки починають усвідомлюватися. Разом з тим, дані показують, що з трьох характеристик, які становлять загальну оцінку ступеня реалізації концепції електронного уряду (E-Government Index) у нашій країні, дві демонструють достатній потенціал для просування в даному напрямку: високі оцінки людського потенціалу та рівня розвитку телекомунікаційної інфраструктури. Вузким місцем є саме організація взаємодії державних структур із громадянами, що відображає незадовільна динаміка показника Online Service Index. Для пояснення відставання в цій області можна навести низку причин (серед яких, зокрема, брак фінансування), проте в основі лежить відсутність інтересу владних структур до даного процесу. У світовій практиці відбувається процес цілеспрямованої побудови системи електронного уряду за безпосередньої ініціюючої цей процес участі самого уряду, різних державних органів. Мабуть, головна вітчизняна проблема в галузі державного управління – відсутність взаєморозуміння і довіри між населенням і владою – виявляється і на шляху реалізації концепції «E-Governance». Судячи з практичних кроків у цьому напрямку, представники влади поки не

усвідомили необхідність зміни парадигми управління, а в суспільстві домінують скептичні оцінки ідеї про те, що за допомогою ІКТ можна забезпечити ефективну взаємодію влади, населення та бізнесу. Однак, на нашу думку, в епоху інформаційного суспільства іншої альтернативи розвитку державного управління немає.

### Література до розділу

1. Bandura R. A Survey of Composite Indices Measuring Country Performance: 2008 Update. UNDP, New York [Electronic Resource] / R. Bandura. – Way of access : [http://www.undp.org/developmentstudies/docs/indices\\_2008\\_bandura.pdf](http://www.undp.org/developmentstudies/docs/indices_2008_bandura.pdf)
2. Capgemini [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.capgemini.com/insights-and-resources/by-publication/2009-egovernment-benchmark/?f\\_site=www](http://www.capgemini.com/insights-and-resources/by-publication/2009-egovernment-benchmark/?f_site=www)
3. Deductor Academic [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.basegroup.ru/download/deductor/>
4. Desai M. Measuring the Technology Achievement of Nations and the Capacity to Participate in the Network Age / M. Desai, S. Fukuda-Parr, C. Johansson // Journal of Human Development. – 2002. – Vol. 3, № 1. – 28 p.
5. Digital Opportunity Index [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.itu.int/ITU-D/ict/doi/>
6. Global E-government Survey [Electronic Resource]. – Way of access : <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan016066.pdf>
7. Gross Domestic Product in Current and Chained Dollars [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.census.gov/compendia/statab/2011/tables/11s0666.xls>
8. ICT for Governance and Policy Modelling [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.echallenges.org/e2008/>
9. Information Society Statistical Profiles 2009 [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-RPM.CIS-2009-PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-RPM.CIS-2009-PDF-E.pdf)
10. Internet Usage and Population [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.internetworldstats.com/am/us.htm>
11. Kohonen T. Self-Organizing Maps (Third Extended Edition) / T. Kohonen. – New York, 2001. – 501 p.
12. Kononova K. Formation of Information Society: statistical profiles and development stages. Book of abstracts / K. Kononova // 3rd International Conference “The Economies of Balkan and Eastern Europe Countries in the changed world”. EBEEC. – 2011. – P. 42.

13. Manual for Measuring ICT Access and Use by Households and Individuals. – 2014 [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/manual2014.aspx>
14. Measuring the Information Society 2010 [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/2010/Material/MIS\\_2010\\_Summary\\_E.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/2010/Material/MIS_2010_Summary_E.pdf)
15. Measuring the Information Society 2011 [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/2010/Material/MIS\\_2011\\_without\\_annex\\_5.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/2010/Material/MIS_2011_without_annex_5.pdf)
16. Measuring the Information Society 2013 [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2013/MIS2013\\_without\\_Annex\\_4.pdf](http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2013/MIS2013_without_Annex_4.pdf)
17. Measuring the Information Society Report, 2014 [Electronic Resource]. – Way of access : [https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2014/MIS2014\\_without\\_Annex\\_4.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2014/MIS2014_without_Annex_4.pdf)
18. Sciadas G. Monitoring the Digital Divide... and Beyond [Electronic Resource] / G. Sciadas. – Montreal : Orbicom, 2006. – Way of access : [http://www.orbicom.uqam.ca/projects/ddi2002/2003\\_dd\\_pdf\\_en.pdf](http://www.orbicom.uqam.ca/projects/ddi2002/2003_dd_pdf_en.pdf)
19. The key 2005–2014 ICT data for the world, by geographic regions and by level of development, for the following indicators [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>
20. UN E-Government Development Database – 2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www2.unpan.org/egovkb/egovment\\_resources/Spotlights\\_2010.html](http://www2.unpan.org/egovkb/egovment_resources/Spotlights_2010.html)
21. UN E-Government Development Database [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www2.unpan.org/egovkb/datacenter/countryview.aspx>
22. UN Global E-Government Readiness Report [Electronic Resource]. – Way of access : [http://unpan3.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2014-Survey/E-Gov\\_Complete\\_Survey-2014.pdf](http://unpan3.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2014-Survey/E-Gov_Complete_Survey-2014.pdf)
23. What is Good Governance? UNESCAP [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.unescap.org/huset/gg/governance.htm>
24. Алиев А. Г. Разработка систем мониторинга по анализу и оценки уровень развития информационной экономики [Электронный ресурс] / А. Г. Алиев, А. С. Алиева. – Режим доступа : <http://econpapers.repec.org/paper/ekd006666/7568.htm>
25. Аналитическая платформа Deductor [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://basegroup.ru/>
26. Батракова Л. Г. Показатели развития экономики знаний [Электронный ресурс] / Л. Г. Батракова // Ярославский педагогический вестник. – 2012. – Т. I, № 2 (Гуманитарные науки). – Режим доступа : [http://vestnik.yspu.org/releases/2012\\_2g/24.pdf](http://vestnik.yspu.org/releases/2012_2g/24.pdf)

27. Дергачев В. А. Индекс электронной готовности страны [Электронный ресурс] / В. А. Дергачев. – Режим доступа : <http://dergachev.ru/Russian-encyclopaedia/09/28.html>

28. Измерение информационного общества / Международный союз электросвязи – 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/material/2011/MIS2011-ExecSum-R.pdf>

29. Индекс глобальной конкурентоспособности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gtmarket.ru/ratings/global-competitiveness-index/info>

30. Индекс сетевой готовности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gtmarket.ru/ratings/networked-readiness-index/networked-readiness-index-info>

31. ИТ-рынок России: между политикой и экономикой [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.crn.ru/numbers/spec-numbers/detail.php?ID=12010>

32. Кононова К. Ю. Формирование модели электронного государственного управления в Украине / К. Ю. Кононова // Бизнес информ. – 2010. – № 4(2). – С. 166–170.

33. Кувшинов М. С. Инновационный потенциал персонала в национальной экономике как инструмент стратегии развития информационного общества / М. С. Кувшинов, Е. Ю. Куркина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. Выпуск. – 2013. – Т. 7, вып. 2.

34. Меркулова Т. В. Формирование информационного общества: статистические профили и стадии развития / Т. В. Меркулова, Е. Ю. Кононова // Прогнозування соціально-економічних процесів: сучасні підходи та перспективи : монографія / під ред. О. І.Черняка, П. В. Захарченко. – Бердянськ : Видавець Ткачук О. В., 2011. – 436 с. (С. 290–306).

35. Меркулова Т. В. Развитие электронного правительства в Украине на фоне мировых тенденций / Т. В. Меркулова, Е. Ю. Кононова // Институциональные проблемы эффективного государства : монография / под ред. В. В. Дементьева, Р. М. Нуреева. – Донецк : ДонНТУ, 2011. – С. 276–290.

36. Микова Н. С. Индекс сетевой готовности как индикатор развития информационного общества / Н. С. Микова, О. А. Прошина // Всероссийский журнал научных публикаций. – 2011. – Вып. 2 (3).

37. Никитенкова М. А. Анализ факторов рисков инновационной деятельности в сфере информационно-коммуникационных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [#sdfootnote1sym](http://www.rusus.ru/?act==read&id=354)

38. Основные показатели ИКТ, 2010 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-ICT\\_CORE-2010-PDF-R.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-ICT_CORE-2010-PDF-R.pdf)

39. Рейтинг стран мира по уровню развития электронного правительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gtmarket.ru/ratings/e-government-survey/info>

40. Сморгунов Л. В. От электронному государству к электронному правлению: Смена парадигмы / Л. В. Сморгунов // Электронное государство и демократия в начале XXI века. Политическая наука : сб. науч. тр. – М. : ИНИОН, 2007. – № 4. – С. 20–49.

41. Статистические профили информационного общества, 2009 год, СНГ // Департамент информации о состоянии рынка и статистических данных Бюро развития электросвязи МСЭ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-RPM.CIS-2009-PDF-R.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-RPM.CIS-2009-PDF-R.pdf)

42. Чугунов А. В. Электронное правительство: эффективность политики внедрения информационно-коммуникационных технологий в государственное управление / А. В. Чугунов // Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы». – 2008. – 55 с.

## РОЗДІЛ 3

### ЕВОЛЮЦІЙНА ПАРАДИГМА В МОДЕЛЮВАННІ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

#### 3.1. Еволюційна парадигма в науці: історія розвитку та базові гіпотези

Зміна структури виробництва і зайнятості, поява нових галузей економіки і формування відповідної методології дослідження змін, які відбуваються в економіці (а також особливостей їх відображення в статистиці), актуалізують необхідність оновлення теоретичного інструментарію, здатного адекватно описати процеси, за якими спостерігають.

В основі домінуючої теорії, яка задає рамки більшості економічних досліджень протягом останньої сотні років, лежить припущення про оптимізаторську поведінку економічних агентів. Визначення Л. Роббінса, якого дотримуються автори більшості концепцій, які формують сучасний мейнстрим, говорить: «Економічна наука – це наука, що вивчає людську поведінку з погляду співвідношення між цілями і обмеженими засобами, які можуть мати різне вживання» [98]. Незважаючи на різноманітність напрямків мейнстриму, представники всіх його гілок інтерпретують поведінку економічних агентів як спрямовану на оптимізацію, на основі саме цього припущення виводяться основні економічні функції (попиту і пропозиції, прибутку, корисності). Оптимізація як основний спосіб опису економічної поведінки та рівноважний аналіз як основний метод дослідження економічної динаміки являють собою базис сучасного мейнстриму [59].

Ці припущення піддавалися критиці протягом усього ХХ ст. Зі світовою кризою нового тисячоліття дискусії про адекватність основ економічної теорії загострилися з новою силою, методологічні проблеми сукупності течій, які належать до мейнстриму, зараз обговорюються широким колом фахівців (не тільки економістів, але й політиків, соціологів, громадських діячів). Критиці тих чи інших положень мейнстриму присвячено безліч статей провідних економістів світу: А. Гриценко, В. Геєця, Д. Канемана, А. Тверські, А. Сена, Дж. Акерлофа, Дж. Стігліца, М. Блауга, В. Полтеровича, А. Чухно та ін.

Розглядаючи цю проблему в історичній ретроспективі, Я. Розмаїнський [101] виявив цікаву паралель між кризами в реальному секторі економіки та в економічній теорії, він припустив, що концептуальні складності загострюються в періоди економічного спаду. Згідно з його дослідженням, перша серйозна криза неокласичної економічної теорії (базові положення якої лежать в основі сучасного корпусу концепцій, які формують економічний мейнстрим) припав на 20–30-ті рр. минулого століття і хронологічно збігся з Великою депресією в США і загальносвітовим економічним спадом. Результатом подолання цієї концептуальної кризи стала Кейнсіанська теорія. Вже тоді Кейнс писав про неспроможність методологічного індивідуалізму (концепції «економічної людини») і принципу оптимізації, вказував, що рівновага не властива ринковій економіці, і що вона не схильна до саморегуляції. Його економічна програма, хоч і істотно вихолощена послідовниками<sup>66</sup>, забезпечила процвітання капіталістичних країн аж до чергового економічного спаду 70-х рр. минулого століття. Оскільки у рамках класичної кейнсіанської теорії спочатку не вдавалося адекватно описати нові кризові явища (наприклад, стагфляцію), формулювати прогнози та рекомендації щодо їх подолання, маятник досліджень знову хитнувся в бік ідей *laissez-faire*. Фактично, домінування різних економічних концепцій, що базуються на постулаті «вільного саморегульованого ринку» тривало до 90-х рр. ХХ ст., відзначених розвалом соціалістичного табору і кризою в країнах Південно-Східної Азії. Однак поки хвиля кризи не докотилася до розвинених капіталістичних країн, питання про неадекватність припущень мейнстріму, його нездатність описати і спрогнозувати ситуацію не на часі [101].

Загальносвітовий економічний спад початку нового тисячоліття спровокував новий етап критики концепції «економічної людини». У мікро-економічних дослідженнях на перший план вийшли поняття «обмеженої обізнаності» і «обмеженої раціональності» економічних агентів, основними принципами поведінки стали орієнтація на задовільний результат, слідування звичкам і стереотипам поведінки [63]. Не менш важливою для критиків мейнстріму є невизначеність майбутнього<sup>67</sup>, що не дозволяє економічним агентам дотримуватися оптимізаторської стратегії: «позбавлені вичерпної інформації суб'єкти не мають можливості точно розрахувати

<sup>66</sup> Розвиток кейнсіанської теорії (модель транзакційного попиту на гроші У. Баумоля і Дж. Тобіна, теорія портфельного вибору Тобіна, концепція життєвого циклу Ф. Модільяні, гіпотеза перманентного доходу М. Фрідмена і т. д.) характеризувався впровадженням у неї макроекономічних функцій, заснованих на оптимізації [99]. У результаті «та інтерпретація, якої зазнала робота Кейнса, зробила його модель, по суті, дуже схожою з неокласичною теорією ціни (мікроекономікою) і неокласичною кількісною теорією» [112].

<sup>67</sup> Майбутнє не тільки не визначене, а й не пізнане, оскільки значна частина інформації, що стосується цього майбутнього, ще не створена [14].

результати своїх дій і повинні якось уживатися з невизначеністю» [59]. У результаті сьогодні пропонується більш реалістична модель<sup>68</sup>, у якій господарюючі суб'єкти (які мають обмежені обізнаність і раціональність), стикаючись зі складним (з огляду на незворотність минулого і невизначеність майбутнього) світом, взаємодіють на основі сформованих стереотипів поведінки.

У зв'язку з тим, що запорукою небаченого раніше економічного зростання капіталістичних країн у другій половині ХХ ст. фактично стала технологічна революція, у дослідженнях на макрорівні все більше уваги приділяється пріоритетам джерел зростання суспільного добробуту<sup>69</sup>, поряд із факторами «капіталу» і «праці» макроекономічних виробничих функцій, актуалізувалася необхідність враховувати «інформаційний» фактор, який погано піддається вимірюванням.

Видається, що адекватну відповідь на виклики сучасної кризи економічної теорії (як на мікро-, так і на макрорівні [95]) дозволить дати еволюційна концепція, яка стрімко набирає популярність серед економістів. Це припущення обумовлено тим, що:

- а) інформація є центральним елементом еволюційної концепції;
- б) еволюціоністами не приймається припущення про методологічний індивідуалізм агентів-оптимізаторів, які тепер розглядаються у взаємодії і характеризуються безліччю зв'язків;
- в) важливу роль відіграють звичні (найчастіше неоптимальні) стереотипи поведінки, що застосовуються протягом тривалого періоду без значних змін;
- г) особлива увага приділяється незворотності минулого і невизначеності майбутнього.

Розглянемо докладніше розвиток еволюційного напрямку економічної теорії і почнемо з термінології. Термін «еволюція» походить з лат. *ēvolūtiō* «розгортання, розкриття»<sup>70</sup>. Словник іноземних слів [103] визначає еволюцію як процес зміни, розвитку; новий тлумачно-словотворчий словник

---

<sup>68</sup> Тут не можна не згадати про широко застосовувану сьогодні у фізиці концепцію «модельно-залежного реалізму». У її основі лежить ідея, що наш мозок інтерпретує вихідні дані, одержувані органами почуттів, за допомогою побудови моделі навколишнього світу. Коли подібна модель дозволяє успішно пояснити ті чи інші події, ми прагнемо приписати їй (та її складовим елементам і концепціям) якість реальності чи абсолютної істини. Однак не можна виключати існування різних способів, якими можна змоделювати одну і ту ж ситуацію, але з використанням інших фундаментальних складових і концепцій. Якщо дві такі теорії (або моделі) з достатнім ступенем точності дозволяють передбачити одні й ті ж події, жодна з них не може вважатися більш реальною і ми можемо використовувати ту модель, яку будемо вважати найбільш придатною [113].

<sup>69</sup> Сильно спрощуючи, можна сказати, що меркантилісти вважали ним золото, фізіократи – землю, класики і неокласики – працю і капітал, монетаристи – кількість грошей в обігу.

<sup>70</sup> Для порівняння, «революція» походить з лат. *revolūtiō* – «переворот».

російської мови Єфремової [73] – як процес поступової зміни, розвитку; тлумачний словник Ожегова [94] – як процес поступової безперервної кількісної зміни, що готує якісні зміни; тлумачний словник Даля [69] – як військові, тактичні та стратегічні рухи армії або флоту; тлумачний словник російської мови Ушакова [109] – як розвиток, що складається з поступових, кількісних змін, без різких стрибків. Таким чином, мова йде про безперервні поступові процеси кількісних змін, що ведуть до якісних трансформацій системи в цілому.

У науковий обіг термін «еволюція» був введений А. Галлером у середині XVIII ст. для опису процесів розвитку живих організмів<sup>71</sup>. У першій половині XIX ст. припущення про те, що організми змінюються в часі і ці зміни не випадкові, обговорювалися в роботах Е. Дарвіна (діда Ч. Дарвіна), Ж. Ламарка, Ч. Лайеля [75]. Однак прорив у розвитку еволюційної концепції пов'язують, у першу чергу, з виданням у 1859 р.<sup>72</sup> Ч. Дарвіном праці «Походження видів шляхом природного відбору, або збереження сприяючих порід у боротьбі за життя» [71], де він описав механізм еволюції<sup>73</sup> через взаємодію між спадковою мінливістю і природним відбором (як виживання найбільш пристосованих). Важливо, що Дарвін звернув увагу на ключову взаємодію між випадковістю і спрямованістю в еволюції: «... мінливість майже повністю випадкова, у той час як відбір є спрямованим і створює складність». Крім того, на думку Є. Куніна, саме він «поклав початок науковому вивченню стріли часу – асиметричних у часі, необоротних процесів» [82].

Уже в кінці XIX ст. термін набув широкої популярності і вийшов за межі біології. Ключову роль у цьому процесі відіграв Г. Спенсер: закони еволюції, розроблені ним в «Основних засадах» [105], поширювалися на галузі економіки, соціології, психології, етики, а сама еволюція широко розумілася як «зміна від незв'язної однорідності до зв'язної різнорідності».<sup>74</sup> Утім, «біологічні» та «економічні» коріння еволюційної концепції і раніше були щільно переплетені: Дарвін був знайомий зі статтею Т. Мальтуса про народонаселення [60]; за твердженням П. Боулера,

<sup>71</sup> Згідно з Галлером, усі основні елементи дорослого організму існують ще до народження в клітці, з якої він розвивається, і індивідуальний розвиток еволюціонує з цієї форми в складну структуру.

<sup>72</sup> Одночасно з Дарвіном, А. Уоллес запропонував у цілому ідентичну концепцію еволюції.

<sup>73</sup> Дарвін увів термін «еволюція» в шостому виданні «Походження видів», але й після цього він уживав його вкрай рідко, віддаючи перевагу використанню виразу «наслідування зі змінами» (*descent with modifications*).

<sup>74</sup> На відміну від Спенсера, Ф. Вожже, а потім Х. Классен розглядали еволюцію як «процес структурної реорганізації в часі, у результаті якої виникає форма або структура, яка якісно відрізняється від попередньої форми». Отже, «спенсерівська еволюція» є лише одним із можливих типів еволюційних процесів, поряд з еволюцією від складних до простих соціальних систем і структурними зрушеннями на одному і тому ж рівні складності [80].

у процесі роботи над своєю концепцією він надихався працями А. Сміта, у моделі вільного ринку якого передбачалося, що конкуренція індивідумів за особисту вигоду в жорсткому ринковому середовищі призводить до впорядкованої та ефективної економіки, хоча ззовні ніщо цим процесом не керує [8]. Однак перш ніж зосередитися на аналізі економічних аспектів еволюційної парадигми, розглянемо докладніше історію формування корпусу принципів еволюційної теорії в біології, оскільки саме тут за минулі з часу публікації Дарвінівського «Походження видів» 150 років відбулися основні відкриття, зроблені головні узагальнення, побудовані і верифіковані ключові моделі.

На основі ідей Дарвіна і відкриттів у галузі теоретичної та експериментальної популяційної генетики (Р. Фішера, С. Райта та ін.) у ХХ ст. сформувався синтетична теорія еволюції (СТЕ), найбільш яскравими представниками якої стали Ф. Доброжанський [15], Е. Майєр [36], Д. Сімпсон [51]. Згідно з СТЕ, еволюція життя – це процес активної адаптації популяцій до мінливих умов середовища. Основні принципи еволюції були сформульовані в рамках СТЕ таким чином [82]:

1. Принцип випадкової мінливості: випадкові мутації є єдиним джерелом еволюційної мінливості (при цьому значимість спрямованої (ламарківської) мінливості повністю заперечувалася).

2. Принцип адаптаціонізму: дія еволюції полягає в закріпленні рідкісних корисних змін (позитивний відбір) та елімінації шкідливих (негативний відбір). При цьому позитивний відбір є домінуючим.

3. Принцип прогресу: еволюція шляхом природного відбору прагне виробляти дедалі складніші адаптивні властивості організму.

4. Принцип градуалізму: еволюційно-значущі мутації володіють нескінченно малим впливом на пристосованість, еволюція відбувається шляхом поступового накопичення подібних слабких змін.

5. Принцип уніформізму: еволюційні процеси суттєво не змінювалися протягом усієї історії життя.

6. Принцип універсального уніформізму: макроеволюція керується тими ж механізмами, що й мікроеволюція. Цей принцип є наслідком двох попередніх (градуалізму й уніформізму) і постулює, що еволюційні процеси однакові не тільки протягом усієї історії, але й на різних рівнях еволюційних змін, включаючи великі перетворення.

7. Принцип древа життя: еволюцію можна адекватно представити деревовидною структурою.

У кінці ХХ ст. внаслідок нових відкриттів в еволюційній геноміці<sup>75</sup> класична дарвінівська схема отримала нове осмислення. Модель реплікації Д. Уотсона і Ф. Кріка дала біологічний опис загального принципу

<sup>75</sup> Наприклад, модель реплікації ДНК.

цифрового зберігання, кодування і передачі інформації (у ній механізм біологічної передачі інформації розглядається як розширення принципу машини Тьюрінга). На основі тези теорії інформації про те, що передача інформації без помилок неможлива, був сформульований принцип схильної до помилок реплікації (СПР)<sup>76</sup>: «... реплікація носіїв інформації неминуче схильна до помилок, що тягне за собою еволюцію цих носіїв шляхом природного відбору ... за умови, що рівень помилок реплікації нижче катастрофічного порога...» [82]. У рамках концепції СПР також стверджується, що якщо маточікування помилок на один цикл реплікації прагне до нуля, то різноманітність стає недостатньою для еволюційного процесу.

У результаті досліджень і низки відкриттів порівняльної геноміки, принципи СТЕ почали піддаватися жорсткій критиці в межах різних нових концепцій, що відображають ті чи інші аспекти еволюції.

Перший принцип (випадкової мінливості) був поставлений під сумнів у роботах Ф. Дуліттла і К. Сапієнца [16], а також Л. Оргела і Ф. Кріка [41], які довели надмірність ДНК, виявивши в її структурі безліч різних класів повторів. Було висунуто гіпотезу, що дуплікація генів є основою еволюції геномів і організмів: при дуплікації одна з копій вивільняється від обмежень відсікаючого відбору, отримуючи таким чином потенціал для розвитку нової функції. І нарешті, результати порівняльної геноміки продемонстрували широке поширення горизонтального переносу генів (ГПП), ефекти вторгнення мобільних егоїстичних елементів і т. д. У результаті список джерел випадкових змін був істотно розширений за рахунок дуплікації і втрати генів, «сміттевої ДНК», горизонтального переносу, поповнення генома послідовностями мобільних елементів та ін.

Крім того, з'ясувалося, що геномна еволюція охоплює широкий спектр сценаріїв: від дарвінівського, заснованого на випадкових змінах, до істинно ламарківського, у якому механізм відповіді на стимул фіксується в популяції через специфічну зміну в геномі [82].

Принцип адаптаціонізму був розкритикований у статтях Ф. Жакоба, який використовував метафору майстра-самоучки, сильно залежного від попереднього досвіду при вирішенні поставлених перед ним проблем, а також роботах С. Гулда і Р. Леонтіна, які використовували метафору пандатива<sup>77</sup>, щоб показати, що значне число найважливіших елементів

<sup>76</sup> Ідеї, покладені в основу цього принципу, висловлювали в 1930-х рр. Н. Кольцов і Н. Тимофєєв-Ресовський [116], в 1940-х – Е. Шредінгер [117], у 1970-х Дж. Фон Нейманом була розроблена теорія автоматів, які самовідтворюються [92], М. Ейгеном введено поняття порога помилки, у 1976 р. Р. Докінз остаточно сформулював принцип СПР [72].

<sup>77</sup> Пандатив – частина кам'яного склепіння, за допомогою якого здійснюється перехід від прямокутної основи до купольного перекриття (може використовуватися для різних цілей, у тому числі для прикраси).

виникло й еволюціонувало не для виконання певних функцій, а внаслідок неадаптивних архітектурних обмежень. На думку Є. Куніна, «концепція пандативів пов'язана з майже нейтральною теорією еволюції, показуючи, що навіть ті фенотипічні риси, які виглядають як типові адаптації, не обов'язково еволюціонували під тиском природного відбору» [82]. Згодом ці ідеї були перероблені в руслі еволюційної економіки і знайшли відображення в статтях П. Девіда з path dependence, до чого повернемося трохи пізніше.

У межах системної біології, яка концентрує основну увагу на агрегації обширних даних і виявленні статистичних властивостей генних ансамблів<sup>78</sup>, було висунуто припущення, що еволюція являє собою стохастичний процес, обмежений різноманітними умовами підтримки основ біологічної організації і керований механізмом адаптації. Згідно з Куніним, цей підхід не виключає адаптаціонізм з найважливіших гіпотез теорії еволюції, але вказує, що загальні її кількісні характеристики не в останню чергу визначаються стохастичними процесами, а адаптація лише модулює їх. Ця аналогія між еволюцією і стохастичними процесами продовжує метафору «еволюції як майстрового», у рамках якої природний відбір є процесом «латання», а не повною перебудовою об'єкта.

Ще одним ключовим моментом сучасних досліджень є поняття складності (і пов'язаний з цим принцип прогресу – припущення про характер еволюції як про розвиток від простого до складного). Для кількісних оцінок складності сьогодні використовуються поняття, які стали вже класичними, колмогорівської складності, визначення інформації за Шенноном і статистичне визначення ентропії за Больцманом. Результати досліджень показують, що загальна біологічна складність монотонно зростає з розміром геному, однак ентропія зростає швидше, у результаті щільність інформації різко падає. Для пояснення цього феномена в рамках неадаптивної популяційно-генетичної теорії було зроблено припущення, що необхідною і, ймовірно, достатньою умовою виникнення складності був неефективний очищаючий відбір у популяціях малого розміру, який сприяв фіксації злегка шкідливих ознак і накопиченню «сміття», частина якого потім була задіяна в різноманітних функціях. При цьому як такої тенденції до збільшення складності в еволюції немає, і поняття еволюційного прогресу є необґрунтованим [82].

Тоді, відповідно до загальної моделі еволюції ентропії і складності генома (і всупереч принципу уніформізму СТЕ), еволюційні процеси не

---

<sup>78</sup> «...паралелі між еволюційною біологією і статистичною фізикою виявилися настільки точними і фундаментальними, що здається цілком справедливим висновок про те, що це не аналогія, а прояв загальних статистичних принципів поведінки великих ансамблів слабовзаємодіючих об'єктів» [82].

залишалися незмінними протягом історії життя, еволюція відбувалася переривчастим чином, проходячи через стадії високої ентропії (пов'язані з популяційними «пляшковими горлечками») і потім розвиваючись в одному з двох режимів:

- 1) низькоентропійному (з високою щільністю інформації) за сценарієм оптимізації для популяцій великого розміру;
- 2) високоентропійному (з низькою щільністю інформації) за сценарієм кооптації для малих популяцій.

Критика градуалізму (четвертого принципу СТЕ) знайшла відображення в концепціях квантової еволюції Дж. Сімпсона, а також переривчастої рівноваги С. Гулда і Н. Елдріджа, які показали, що історія більшості видів відповідає в основному стану стасісу, який перемежується «раптовим» зникненням старих і появою нових видів, у той час як градуалістське видоутворення (поступова трансформація видів у нові) – досить рідкісний процес [82].

Що стосується сьомого принципу СТЕ – принципу деревовидності, ще на початку 1990-х для опису еволюційних процесів П. Гогартен запропонував використовувати мережеві структури замість деревовидних, проте спочатку ці ідеї не отримали значної підтримки. Коли ж результати порівняльної геноміки продемонстрували широке поширення горизонтального переносу генів (ГПГ) в одностатевих популяціях, а М. Лінч на основі моделі мутаційної катастрофи продемонстрував, що будь-яка безстатева популяція, ізольована від ГПГ, рухається в напрямку згасання і подальшого вимирання, виявилось, що подібні популяції щонайкраще можуть бути описані саме в термінах мережі. Ці результати привели багатьох дослідників (наприклад, Дуліттла) до радикальної ідеї «викорчовування дерева життя», проте сучасні дослідження показують, що хоча жодне дерево не може повною мірою представляти еволюцію геномів і відповідних форм життя, реалістична картина еволюції обов'язково поєднує і дерева, і мережі<sup>79</sup>.

<sup>79</sup> До теперішнього часу розроблено безліч методів опису та порівняння топологій мереж, при цьому найбільш часто для аналізу використовується поняття функції розподілу ступенів вершин (числа ребер, що зв'язують конкретну вершину з іншими). Порівняння таких функцій, виконане для мереж різного типу, показало принципову відмінність біологічних (а також і економічних) мереж від випадкових графів: останні мають розподіл Пуассона, у той час як розподіл біологічних мереж описуються ступеневою функцією. Такі мережі називають масштабно-інваріантними, оскільки графіки їх функцій ззовні не змінюються при масштабуванні, вони містять невелику кількість вершин із високими ступенями, так званих хабів, і велике число слабопов'язаних вершин (ми повернемося до обговорення цього питання на прикладі самоорганізації користувачів соціальних мереж в останньому розділі роботи) [82].

Підбиваючи підсумок короткого ретроспективного аналізу розвитку еволюційної концепції в біології, можна сказати, що на сучасному етапі класичні принципи СТЕ можуть бути уточнені таким чином:

1. Принцип мінливості: джерело мінливості включає, крім випадкових мутацій, також дуплікацію генів (областей геному і цілих геномів), горизонтальний перенос генів, вторгнення мобільних егоїстичних елементів та поповнення генома їх послідовностями і т. п.

2. Принцип адаптаціонізму: домінуючими в еволюції є нейтральні процеси в поєднанні з очищаючим відбором, а позитивний відбір є важливим, але не першочерговим чинником еволюції. Також істотну роль відіграє прямий вплив сигналів навколишнього середовища на геном, тобто (квазі)ламарківські явища.

3. Принцип прогресу: складність генома, ймовірно, еволюціонувала як «геномний синдром», викликаний слабкістю очищаючого відбору в малій популяції, а не як адаптація. Тенденції до збільшення складності в еволюції не спостерігається.

4. Принцип градуалізму: дуплікація, горизонтальний перенос генів, розподіл або придбання великих сегментів ДНК, перестановка частин геному, повногеномна дуплікація, ендосимбіоз не є «нескінченно малими» змінами, на цій підставі принцип градуалізму відкидається.

5. Принцип уніформізму: великі стрибки еволюції можуть бути викликані фактично унікальними подіями; найбільш ранні етапи еволюції частково спиралися на різні процеси, які не беруть участь у подальшій «нормальній» еволюції, отже принцип уніформізму також відкидається.

6. Принцип деревовидності: відкриття фундаментального вкладу ГПГ і мобільних генетичних елементів в еволюцію генома відкидає поняття древа життя в його первісному сенсі. Проте поряд із мережевими структурами, дерева залишаються важливою формою подання еволюції.

На відміну від біології, в еволюційній економічній теорії поки не сформувався остаточний корпус її постулатів, хоча можна стверджувати, що вона ґрунтується на дарвінівських принципах спадковості, мінливості і природного відбору<sup>80</sup>. Згідно з В. Маєвським, «еволюційна економічна теорія розглядає розвиток як незворотний процес наростання складності, різноманіття та продуктивності виробництва за рахунок періодично повторюваної зміни технологій, продуктів, організацій та інститутів»<sup>81</sup> [83]. У розвиток теорії великий внесок зробили А. Алчіан, В. Баумоль, Т. Веблен, Д. Досі, П. Девід, Д. Коммонс, Д. Марч, К. Менгер, Д. Меткалф, Л. Мізес, Р. Нельсон, Е. Пенроуз, П. Савіотті, Р. Сайерт, Г. Саймон, О. Вільямсон, С. Вінтер, Ф. Хаєк, Д. Ходжсон, Й. Шумпетер.

<sup>80</sup> Під природним відбором розуміється вибір «деякого відповідного варіанта» [2].

<sup>81</sup> У світлі нових відкриттів у еволюційній біології, це визначення може здатися дещо застарілим, але поки ми будемо дотримуватися саме його.

Різноманітність шкіл, представники яких так чи інакше зверталися до ідей еволюційної економіки, зумовило неоднорідність розвитку концепції. Відповідно до класифікації У. Вітта [57], в еволюційній економічній теорії можна виділити такі основні напрями:

1. Шумпетеріанський. Представники напряму (Нельсон, Вінтер, Досі) роблять акцент на технічному прогресі, інноваціях, індустріальному розвитку, ділових циклах і економічному зростанні.

2. Австрійський. Представники напряму (Менгер, Мізес, Хаск) вказують на важливість вивчення неявного знання і конкуренції як процесу відкриття.

3. Інституційний. Представники напряму (Веблен, Коммонс, Ходжсон) висловлюють ідею про те, що стереотипи поведінки безпосередньо впливають на економічні та інституційні зміни.

4. Неодарвіністський. Представники напряму (Меткалф, Савіотті) пояснюють економічні трансформації за допомогою явних біологічних аналогій.

5. Неоеволюційний. Представники напряму (Девід) концентрують увагу на феномені залежності від попереднього шляху розвитку.

6. Біхевіоризм (Марч, Саймон Сайерт) і менеджеризм (Баумоль, Вільямсон). Представники цього напряму роблять акцент на поведінкових аспектах взаємодії економічних агентів.

Розглянемо докладніше особливості перерахованих шкіл.

Шумпетеріанська (а потім нешумпетеріанська) школа сформувалася на основі ключових робіт Йозефа Шумпетера: «Про сутність економічних криз» (1910), «Теорія економічного розвитку» (1911), «Бізнес-цикли: теоретичний, історичний і статистичний аналіз капіталістичного процесу» (1939) та ін. Він стверджував, що «еволюція за своєю природою нерівномірна, переривчаста, безладна ... еволюція – це руйнування існуючих структур і більше схожа на серії вибухів, ніж на м'яку, хоч і безперервну, трансформацію» [46]. Найважливішим елементом теорії Шумпетера є концепція «штормів творчого руйнування» – повторюваних структурних змін, за якими слідує хвиля розвитку і швидкого зростання. При цьому «шторми творчого руйнування» ініціюються підприємцями-новаторами, які впроваджують нові продуктивні і торгові комбінації з метою вилучення більшого прибутку за рахунок тимчасового монопольного становища [118].

Ідеї Шумпетера були розвинені Алчіаном і Пенроузом, які зробили спробу при описі поведінки фірм замінити неокласичний принцип максимізації на біологічну концепцію природного відбору. На думку Алчіана, конкуренція обумовлена не прагненням до максимізації прибутку, а лише необхідністю забезпечити беззбитковість, для чого економічні агенти вдаються до адаптації та імітації. У роботах Алчіана висувається

гіпотеза про те, що «... економічні аналогії генетичної спадковості, мутації і природного відбору – це імітація, інновація і позитивний прибуток» [2].

Роботи Нельсона й Уінтера також відносять до шумпетеріанської школи, оскільки вони займалися вивченням процесу пошуку інновацій конкуруючими фірмами. Відповідно до припущень Нельсона і Уінтера, кожна фірма характеризується набором рутин, на яких заснована поведінка фірм у специфічному і неоднорідному оточенні, у якому вони діють протягом періоду свого розвитку. При цьому під рутинною вони розуміли «нормальну і передбачувану поведінку»; рутини диктують вибір і задають методики, відображають усталені управлінські практики, організаційне середовище, а також використовувані технології. Навіть пошук інновацій і нових напрямків дослідження якоюсь мірою визначаються рутинами [93].

Використовуючи термін «еволюційний», економісти шумпетеріанської школи підкреслюють важливість технологічних нововведень для забезпечення довгострокового економічного розвитку і роль підприємців-інноваторів у забезпеченні економічного зростання.

Серед вітчизняних учених великий внесок у цей напрям досліджень належить Чухно. У роботах з модернізації економіки в контексті інформатизації він вказує на дедалі зростаючу роль фактора НТП у забезпеченні економічного зростання: «система наукової організації праці за рахунок раціоналізації виконання виробничих операцій в США в період 1896–1953 рр. забезпечила 48 % економічного зростання, тоді як частка капіталу склала 22 %, а технічного прогресу – 33 %. Починаючи з другої половини ХХ ст., частка НТП постійно зростала і ... в кінці 70-х років досягла 70 %» [115]. На думку вченого, поширення ІКТ зробило інновації вирішальним фактором економічного зростання.

У цілому, у рамках шумпетеріанської школи, під економічною еволюцією розуміється динамічний, історичний процес, макроекономічні характеристики якого є наслідком взаємодії агентів на мікрорівні, а пошук і відбір інновацій вважаються основними механізмами розвитку.

Роботи засновників австрійської школи також сприяли розвитку еволюційного напрямку в економічних дослідженнях. Зокрема, розмірковуючи про генезис мови, звичаїв, моралі, Менгер намагався показати, що закономірності у розвитку людського суспільства можна представити як результат індивідуальних рішень членів суспільства. Ідеї, запропоновані Менгером, згодом були розвинені іншими економістами австрійської школи – Бем-Баверком, Мизесом, Хайеком та ін.

Об'єктом дослідження Менгера була теорія цінності і грошей, він припустив, що грошима змогли стати товари, «найбільш здатні до збуту, які зручні для перевезення, найміцніші та легко поділяються», тобто що гроші є результатом природного відбору. При цьому Менгер запозичив ще

один термін з біології – «генетичний»: він стверджував, що економічна теорія «насамперед має завдання дати нам розуміння конкретних явищ реального світу, у якості окремих прикладів відомої закономірності в послідовності явищ, тобто з'ясувати їх генетично... Цей генетичний елемент нерозривний з ідеєю теоретичних наук» [88].

Слідом за Менгером, Хайек також використовує термін «еволюція» стосовно до кодексу правил поведінки. «Еволюційний відбір різних правил індивідуальної поведінки відбувається через життєздатність порядку, що буде створений», і «передача правил поведінки походить від індивіда до індивіда, природний відбір правил відбуватиметься на базі більшої чи меншої ефективності отриманого групового порядку» [111]. Хайек висунув гіпотезу щодо механізму появи нових рішень: інститути і практики, які «були обрані з інших причин, а можливо, навіть випадково, збереглися, тому що вони дозволили групі, в якій вони з'явилися, домінувати над іншими» [111].

Один із засновників інституційного підходу, Веблен у статті «Чому економіка не еволюційна наука?» (1898) [53] провів аналогію між інститутами і генами і зробив спробу описати економічний розвиток з точки зору природного відбору: «Життя людини в суспільстві так само, як життя інших видів, – це боротьба за існування, а отже, це процес відбору і пристосування. Еволюція суспільного устрою є процесом природного відбору соціальних інститутів» [63].

У наступні десятиліття термін «еволюція» вживався інституціоналістами (Коммонс, Ходжсон) для опису процесу відтворення інститутів, однак без формалізації механізмів їх відбору.

Значний внесок у розвиток цього напрямку також здійснили вітчизняні вчені. Зокрема, роботи Геєця присвячені дослідженням інституційних основ взаємодії суспільства, держави і бізнесу [64]. Гриценко виділив основні етапи інституційної еволюції, розкрив їх специфіку і показав значення вдосконалення інституційної структури для сучасного суспільства. У його роботах багато уваги приділяється дослідженню ролі інституційних факторів у перехідних процесах, аналізу співвідношення ієрархічних і мережевих структур в інституційній архітектоніці економічних систем. [68] У роботах Чухно систематизовані теоретико-методологічні основи інституційно-інформаційної економіки, її структура і етапи розвитку, а також запропоновано неоінституціональний підхід у дослідженнях з теорії контрактів, ринку і фірми [114].

У рамках неоеволюційного підходу Девід робив акцент на незворотності часу. Він визначав залежність від попереднього розвитку як таку послідовність економічних змін, при якій важливий вплив на можливий результат можуть надати віддалені події минулого, причому швидше

випадкові події, ніж систематичні закономірності [13]. Поряд з інституціоналістами, неоеволюціоністи приділяють багато уваги незворотності минулого, виявляючи різні феномени прояву залежності від шляху розвитку і призводять до неоптимальних для економіки наслідків. До таких феноменів вони відносять, зокрема, кумулятивну причинність, гістерезис<sup>82</sup> і блокування<sup>83</sup> [100].

У роботах з теорії фірми Коуза, Сайерт і Марча, Саймона наголошується, що знання економічних агентів не є ні повним, ні довговічним [10]. Їх не можна назвати максимізаторами, вони прагнуть лише відповідати загальним критеріям поведінки, тому більш доречно називати їх *satisficers* (але не *maximizers*). Саймон стверджує, що реальність занадто складна, щоб сприйматися у всій повноті (що є необхідною передумовою оптимізації), у цьому сенсі раціональність економічних агентів обмежена. Сайерт і Марч заявляють, що для фірми поняття «діяти правильно» не еквівалентне «мати чіткі критерії», оскільки в більшості випадків вони розмиті та існують у слабоформалізованій формі. Згідно з їх концепцією, дії індивідуумів (як і поведінку фірм) керуються загальними правилами, виробленими в процесі розвитку.

Представники теорії управління (менеджеризму), приймаючи концепцію еволюційної економіки, роблять акцент на мотивах роботи менеджерів. Вони стверджують, що прибуток не є основним фактором у прийнятті управлінських рішень [6].

Розглядаючи співвідношення між положеннями еволюційної та неокласичної теорій, можна відзначити такі принципові відмінності між ними:

1. Неокласика вивчає поведінку автономних суб'єктів, які незалежно один від одного приймають спрямовані на максимізацію рішення. Еволюційна теорія виходить з гіпотези про взаємозв'язок економічних агентів і вивчає їх взаємодію, обумовлену зовнішнім середовищем. Таким чином, атомізму неокласичної концепції еволюціоністи протиставляють холізм досліджуваної системи.

2. Неокласика досліджує рівноважні стани, еволюційна теорія – безперервний розвиток (коли періоди стабільності перемежуються «штормами творчого руйнування»).

3. Стабільному і нейтральному, відповідно до неокласичної теорії, навколишньому середовищу, еволюційна теорія протиставляє середовище, яке постійно взаємодіє з економічним агентом.

---

<sup>82</sup> Гістерезис (*hysteresis*) являє собою залежність кінцевих результатів системи від її попередніх результатів.

<sup>83</sup> Блокування (інституційна пастка, *lock-in*) – неоптимальний стан системи, який є результатом минулих подій і з якого не існує миттєвого виходу.

4. У неокласиці затверджується екзогенна природа обмежень, що накладаються на економічного агента. Еволюційна теорія, спираючись на принцип «холізму», висуває гіпотезу про єдність суб'єкта і зовнішнього середовища, через що екзогенні обмеження стають ендогенними. Взаємодії між агентами також задаються зовнішнім середовищем, тому здійснюються за допомогою стереотипів поведінки, рутин.

5. У неокласиці робиться припущення про незмінність суб'єкта в процесі господарської діяльності. Еволюційна теорія, навпаки, акцентує його якісну зміну в міру розвитку економічного процесу.

6. Неокласика допускає оборотність історичного процесу, можливість його розгортання як від вихідної точки до кінцевої, так і назад. Еволюційна теорія вказує на феномен «залежності від минулого», що складається в накопиченні змін і здобутті економічною системою нових властивостей у міру її розвитку.

Аналіз вищевикладеного, дозволяє зробити висновок про те, що в методологічному плані еволюційна економічна теорія виступає альтернативою неокласичній (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Порівняльний аналіз основних гіпотез еволюційної  
та неокласичної економічних теорій**

<i>Неокласична теорія</i>	<i>Еволюційна теорія</i>
<i>Суб'єкт</i>	
Методологічний індивідуалізм. Всі агенти сприймаються як рівноцінні учасники економічного процесу	Агенти унікальні і розглядаються як осередок різноманітних зв'язків
<i>Поведінка</i>	
Прагнення до максимізації корисності (прибутку)	Обумовлено середовищем і не спрямоване на максимізацію прибутку
<i>Поінформованість</i>	
Повна	Обмежена
<i>Витрати збору та зберігання інформації</i>	
Відсутні	Істотні
<i>Фактор часу</i>	
Час зворотний	Час незворотний
Об'єкт не змінюється з плином часу	Об'єкт якісно змінюється з плином економічного процесу
<i>Фактор невизначеності</i>	
Не враховується	Невизначеність – основа розвитку

<i>Неокласична теорія</i>	<i>Еволюційна теорія</i>
<i>Стан рівноваги</i>	
Досяжно. Досліджуються системи, що знаходяться в рівновазі або її межах	Недосяжно. Принцип нескінченного розгортання економічного процесу. Може спостерігатися тимчасова рівновага
<i>Зовнішнє середовище</i>	
Стабільне, задається з використанням екзогенних змінних.	Мінливе
Суб'єкт протиставляється зовнішньому середовищу	Взаємодіє з суб'єктом

Однак критичний огляд відмінностей між двома школами не означає, що між ними немає точок дотику. Більшість явищ, що вивчаються сучасною неокласичною теорією, можуть вивчатися і отримувати пояснення також з позицій еволюційної економічної теорії, а одержувані висновки – доповнювати один одного. Хоча в сучасній економічній літературі є приклади вдалого об'єднання неокласичного та еволюційного інструментарію<sup>84</sup>, такі спроби об'єднання шкіл являють собою скоріше виняток, ніж правило, зіставлення гіпотез еволюційної теорії та неокласики свідчить про те, що розбіжності між ними занадто великі, щоб забезпечувати стійкий синтез.

Основне завдання полягає в чіткому розмежуванні сфер докладання неокласики та еволюційної теорії: наприклад, короткострокові і прості (з погляду числа залучених різнорідних агентів, їх мотивації тощо) економічні ситуації досить адекватно описуються неокласичною теорією, однак для опису технологічного розвитку фірм, великих соціально-економічних систем більш доцільно застосовувати еволюційну економічну теорію.

### **3.2. Моделі економічної еволюції: мікро- та макропідхід**

Перші спроби формалізації в біології належать до середини XIX ст., коли для опису динаміки чисельності одновидової популяції на основі припущення про те, що за час  $dt$  одна особина виробляє  $rdt$  собі подібних, була запропонована така модель (т. зв. модель Мальтузіанського зростання):

<sup>84</sup> Наприклад, «кліометрія» Р. Фогеля і Д. Норта, у якій автори розвивають теорію довгострокових соціально-економічних змін, спираючись як на неоінституціональне розуміння економічної діяльності індивідів (максимізує суб'єктів), так і на еволюційні ефекти («залежність від минулого», «навчання на досвіді» і т. д.) [76].

$$\frac{dx}{dt} = rx, \quad (3.1)$$

де  $x$  – чисельність особин у популяції,  $r$  – питомий коефіцієнт народжуваності.

Потім модель (3.1) була скоригована з урахуванням факту обмеженості ресурсів. Припущення про те, що темп росту популяції пропорційний її поточній чисельності, було доповнено гіпотезою, що швидкість розмноження пропорційна кількості доступних ресурсів – другий член у рівнянні (3.2) відображає конкуренцію за ресурси, обмежуючи зростання популяції:

$$\frac{dx}{dt} = rx \left( 1 - \frac{x}{K} \right), \quad (3.2)$$

де  $K$  – ємність популяції<sup>85</sup>.

Рішенням рівняння (3.2), відомого як модель Ферхюльста, є логістична функція:

$$x(t) = \frac{Kx_0 e^{rt}}{r + x_0(e^{rt} - 1)}. \quad (3.3)$$

У найзагальнішому вигляді модель експоненціального (3.1) та логістичного (3.2) зростання для багатовидових популяцій може бути записана так:

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(x_1, \dots, x_n, Q), \quad (3.4)$$

де  $x_i = x_i(t)$ ,  $i = 1, \dots, n$  – чисельність особин  $i$ -го виду,  $Q$  – набір параметрів. Причому, залежно від того, чи є  $Q$  функцією від часу чи ні, (3.4) являє собою систему автономних або неавтономних диференціальних рівнянь.

Дослідженням автономних систем займалися А. Лотка, В. Вольтерра, Г. Гаузе, А. Колмогоров, В. Арнольд. Найбільшу популярність здобули моделі Лотки–Вольтерра двох модифікацій: хижак-жертва і конкуренції двох видів.

1. Модель хижак-жертва ( $x_1 = x_1(t)$  – чисельність жертв,  $x_2 = x_2(t)$  – чисельність хижаків) будується на основі таких припущень:

– за відсутності хижаків жертви розмножуються експоненціально швидко:

$$\frac{dx_1}{dt} = r_1 x_1;$$

<sup>85</sup> Виражається в одиницях чисельності (або концентрації) і має системний характер, тобто визначається цілою низкою різних обставин, наприклад, доступним обсягом харчової бази.

– ймовірність зустрічі хижака і жертви (у результаті чого жертва гине) пропорційна  $x_1x_2$ , отже, за час  $dt$  буде з'їдено  $\alpha_{12}x_1x_2$  жертв:

$$\frac{dx_1}{dt} = r_1x_1 - \alpha_{12}x_1x_2; \quad (3.5)$$

– за відсутності жертв хижаки гинуть від голоду експоненціально швидко:

$$\frac{dx_2}{dt} = -r_2x_2;$$

– в іншому випадку вони розмножуються зі швидкістю, пропорційною кількості спожитого:

$$\frac{dx_2}{dt} = -r_2x_2 + \alpha_{21}x_1x_2. \quad (3.6)$$

Система (3.5)–(3.6) вирішується в явному вигляді, причому через кожну точку фазової площини проходить замкнута траєкторія, що відтворює цикли коливань чисельностей хижаків і жертв (вольтерровські цикли).

2. Модель конкуренції видів узагальнює модель логістичного зростання для випадку багатовидової популяції (розглянемо на прикладі двох видів) за рахунок гіпотези про те, що види споживають частину ресурсів один одного. Це припущення формалізовано у вигляді модифікації другого доданка, що відповідає за вичерпання ресурсів:

$$\frac{dx_i}{dt} = r_ix_i \left( 1 - \frac{x_i + \alpha_{ij}x_j}{K_i} \right). \quad (3.7)$$

Цікавими є аналіз та інтерпретація параметра міжвидової взаємодії  $\alpha_{ij}$ : зокрема, при  $\alpha_{ij} > 0$  спостерігається конкуренція видів, при  $\alpha_{ij} < 0$  – симбіоз, також можливі ситуації, коли один параметр взаємодії позитивний, другий – негативний (дорівнює нулю) і т. д.

У літературі також розглядається спектр моделей міжвидової взаємодії<sup>86</sup>, побудованих на основі припущення про автономність системи (3.4), але в цілому вони є окремими випадками вищенаведених моделей.

<sup>86</sup> Наприклад, модель пошуку шлюбного партнера, модель безіммунної епідемії, модель Ланкастера опису війни (або окремої битви). Остання являє собою систему двох рівнянь  $dx/dt = -bx$ ,  $dy/dt = -ax$ , де  $x = x(t)$  і  $y = y(t)$  – чисельності армій воюючих сторін. Різниця між параметрами  $a$  і  $b$  відображає різницю в озброєнні армій. Модель Ланкастера отримала популярність тому, що, по-перше, система вирішується в явному вигляді, а по-друге, наочно демонструє, що числену перевагу супротивника компенсувати вкрай важко: якщо в початковий момент перевага на першій стороні ( $x(0) = ky(0)$ , де  $k > 1$ ), то друга може перемогти тільки в тому випадку, якщо її озброєння ефективніше не в  $k$ , а в  $k^2$  разів ( $b > k^2a$ ).

Моделі даного класу критикувалися за такими напрямками:

1. Розглядається динаміка ізольованої популяції або дуже невеликої кількості взаємодіючих популяцій (тоді як реальні біогеоценози складаються з популяцій багатьох десятків і сотень видів).

2. Припущення про автономність відповідає незмінного стану зовнішнього середовища, що в реальних системах не спостерігається, і навіть у штучних середовищах виконання цієї вимоги складно домогтися.

3. Оскільки кількість особин у популяції вважається безперервною величиною, вивчається динаміка середніх значень [39].

Що ж стосується неавтономного випадку моделі (3.4), то він породив велику різноманітність імітаційних моделей, починаючи від найзагальніших постановок у моделях поширення епідемій і «реакція-дифузія» і закінчуючи прикладними імітаційними моделями: моделі водних екосистем [67, 89], моделі продукційного процесу рослин [56, 61], моделі глобальної динаміки [21, 87], моделі систем організму і молекулярної динаміки [97].

Подальші дослідження співвідношення (3.4) привели до моделей детермінованого хаосу [26, 96], на основі яких можна було оцінювати статистичні властивості системи: стійкість, середні значення, кореляції. Також необхідно згадати модель загибелі і розмноження [43], яка для малих популяцій породжує відмінні від експоненціального зростання траєкторії.

Основний недолік моделі (3.4) полягає в тому, що вона описує відбір в умовах, коли всі можливі об'єкти в початковий момент часу вже були присутні в популяції, а нові не з'являлися. Еволюція при такому допущенні полягає в тому, що деякі види зникають, а відносні частки інших змінюються. Проте після успішних апробацій в біології, модель популяційної динаміки (3.4) здобула популярність і в економічних дослідженнях. При цьому ключова проблема адаптації моделі (3.4) до економічних задач полягала в наданні функціям  $f_i$  економічну інтерпретацію. Однак в останні роки все більша увага приділяється подоланню проблеми замкнутого світу за рахунок моделювання процесу виникнення нових видів.

Великий внесок у розвиток інструментарію еволюційної економіки на основі цього підходу здійснили Аксельрод, Акстелл, Амабль, Брукнер, Бруннер, Вега-Редондо, Верспаген, Врієнд, Глазьєв, Данич, Досі, Квасницький, Коуан, Крауфорд, Лехнерт, Маєвський, Макаров, Мані, Меклінг, Меткалф, Нельсон, Полтерович, Савіотті, Сильверберг, Вінтер, Фостер, Хенкін, Енгманом, Епштейн, Янг.

Зокрема, у роботах Сильверберга [47, 102] детально розглядаються різні модифікації моделі (3.4):

1. Моделі конкуренції фірм, продуктів або технологій з постійними функціями життєздатності.

2. Моделі конкуренції фірм, продуктів або технологій в детермінованій динамічній постановці.

3. Імовірнісні моделі дифузії інновацій.

4. Стохастичні моделі:

- на основі Марковських процесів;
- на основі урнового методу Пойа;
- на основі еволюційної теорії ігор.

Крім того, до еволюційних моделей можуть бути віднесені групи моделей, у яких розглядається взаємодія економічних агентів у технологічних просторах:

5. Просторово-технологічні моделі:

- на основі теорії графів;
- на основі технологічних просторів.

6. Моделі колективної поведінки.

Розглянемо наведені групи докладніше і почнемо з моделей конкуренції фірм або продуктів, у яких функції життєздатності є константами. Тут функція  $f_i$  інтерпретується в термінах конкурентоспроможності продукту (наприклад, як комбінація ціни, якості, терміну доставки, реклами та інших параметрів [49]), або на основі припущення, що якість і ціна однакові для всіх виробників (або швидко врівноважуються), але витрати на одиницю продукції різні, тому норми прибутковості різних виробників відрізняються. Тоді якщо темпи їх зростання залежать від доходів, то контрольовані фірмами частки ринку або обсяги виробництва продукції (відповідні  $x_i$  в біологічних моделях) можуть бути описані рівняннями популяційної динаміки.

Наочним прикладом реалізації такого підходу може служити математична модель популяції фірм, запропонована В. Макаровим для аналізу взаємодії між фірмами на конкурентному ринку. Нами було проведено апробацію моделі, діаграми потоків (рис. 3.1, 3.2), побудовані на основі системи рівнянь популяційної динаміки (3.4), відображають порядок розрахунку змінних і причинно-наслідкові зв'язки між ними. Позначення змінних на діаграмах відповідають запропонованим В. Макаровим позначенням у моделі еволюції популяції фірм<sup>87</sup> [86].

У базовій постановці аналізувалася ситуація взаємодії двох підприємств, що випускають однорідну продукцію протягом 5 років. При цьому перше підприємство дотримувалося новаторської стратегії розвитку, а друге, після того як досягло стабільного положення на ринку в перші 3 роки розвитку, перейшло на консервативні позиції і скоротило відрахування зі свого бюджету на НДДКР в надії на збереження паритету на ринку.

<sup>87</sup> Комп'ютерна реалізація моделі еволюції популяції фірм виконана з використанням концепції системної динаміки, для імітації був обраний спеціалізований пакет Vensim PLE 5.5d.

Аналіз модельних траєкторій показав збільшення виробничих фондів обох підприємств, що (серед інших факторів) призводило до стійкого зростання випуску продукції, проте з часом скорочення відрахувань на НДДКР другим підприємством призвело до падіння його виробничої потужності, істотного скорочення випуску і фактичному виходу з ринку. Отримані результати свідчать про можливість адекватного опису економічної дійсності з використанням моделей такого типу.

У рамках цього ж класу розглядаються моделі, у яких технології ототожнюються з біологічними видами (наприклад, модель дифузії інновацій Меткалфа [33]). Квасницький [32] також використовував рівняння популяційної динаміки для економетричної оцінки конкуренції технологій.

Припущення про те, що параметри  $Q$  моделі 3.4 не є константами, породжує другий клас моделей. У цьому випадку виникає ефект залежно від минулого, коли розвиток може замкнутися на неоптимальній технології. Дослідженню ефекту зростаючої віддачі на основі моделей в детермінованій динамічній постановці присвячені роботи Амабль, Енгманом, Меткалфа [37, 38], Савіотті і Мані [44].

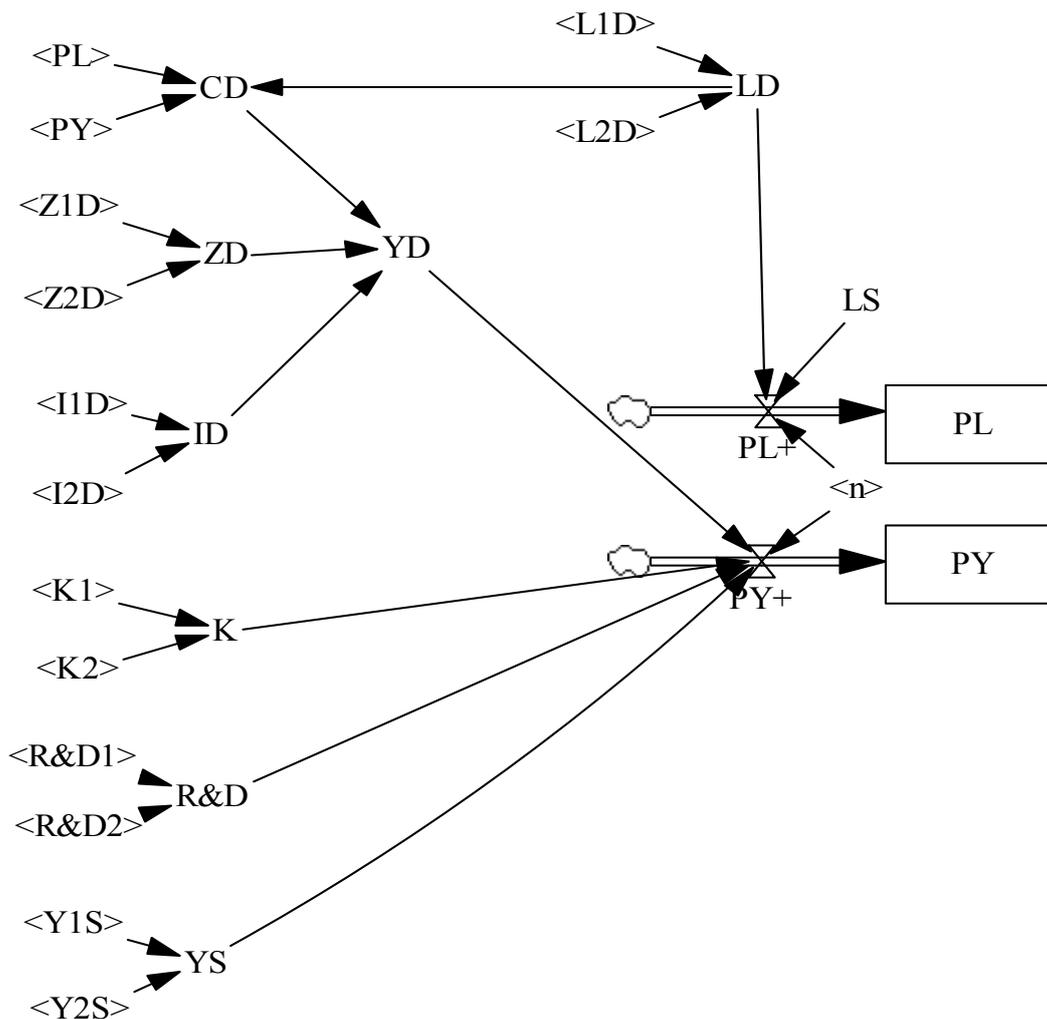


Рис. 3.1 – Модель еволюції популяції фірм (рух потоків по всіх фірмах)

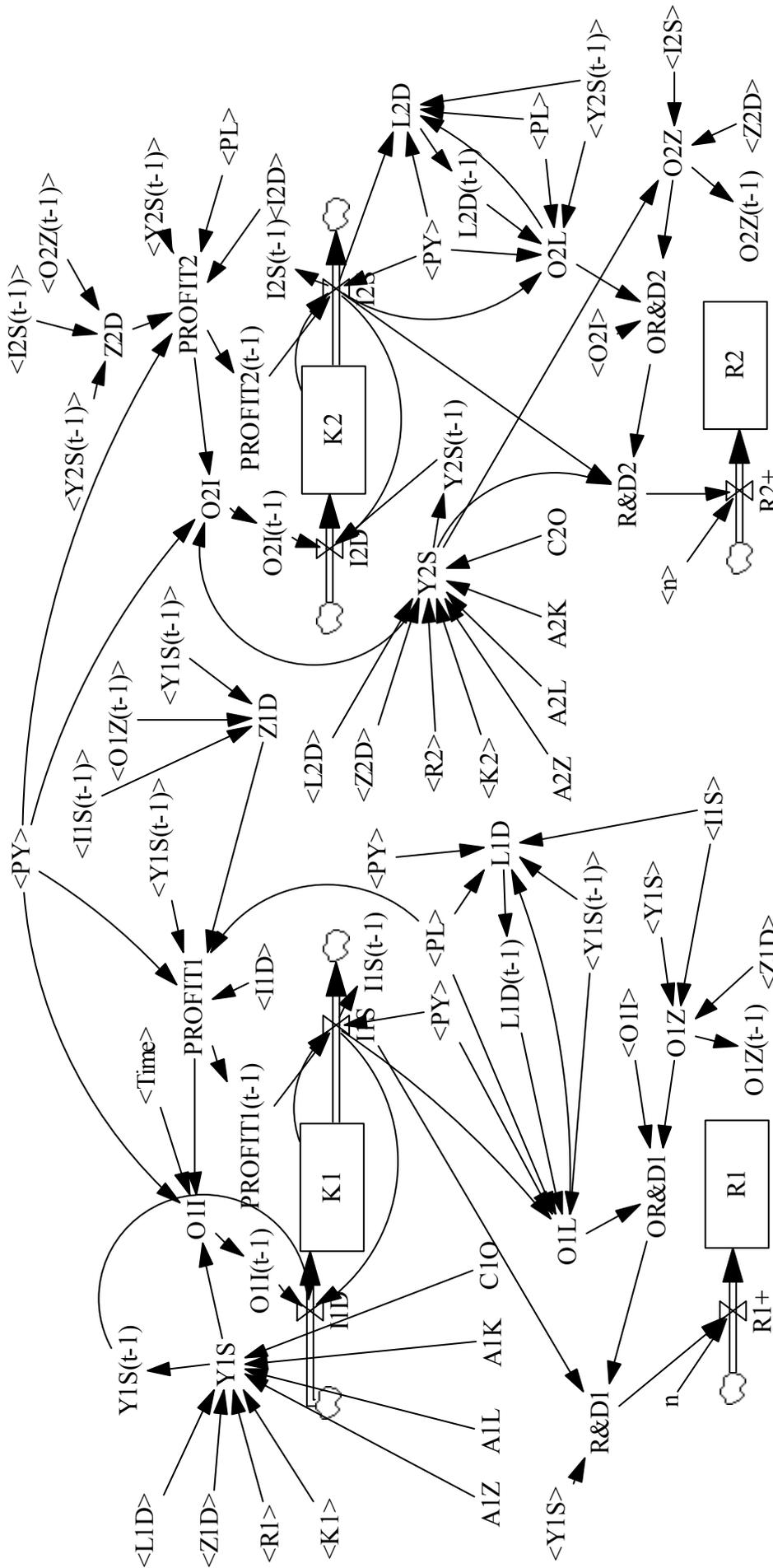


Рис. 3.2 – Модель еволюції популяції фірм (рух потоків окремої фірми):

LD – попит на працю; ZD – попит на проміжний продукт; ID – попит на інвестиції; R&D – попит на НДДКР; YD – попит на продукт; K – виробничі фонди; LS – пропозиція праці; YS – пропозиція продукту; OZ – частка бюджету, що йде на придбання продукції виробничого призначення; OL – частка бюджету, що йде на зарплатну плату; OI – частка бюджету, що йде на інвестиції; OR&D – частка бюджету, що йде на НДДКР; AK, AL, AZ – параметри виробничої функції; PROFIT – прибуток; PY – ціна (ринкова) продукту; PL – ціна праці

Деякі автори дослідили групу детермінованих нелінійних моделей, у яких боротьбу за виживання ведуть не технології, а фірми (при цьому технології залишаються рушійною силою розвитку, але тепер вони є лише властивостями фірм). Тут варто відзначити роботи Агійон і Хьюїта [1], які використовували шумпетеріанську ідею про роль конкуренції між інноваційними підприємствами; статті Квасницького, який інтегрував характеристики продукту, що визначаються ендогенно, в галузеві моделі конкуренції [32].

Третій клас моделей характеризується переходом від детермінованих систем до систем, у яких моменти появи інновацій визначаються випадковим чином. До цього класу імовірнісних моделей належить, наприклад, модель Хенкіна і Полтеровича [42], які визначали структуру хвиль поширення технологій у технологічному просторі. У моделі закритої економіки, де інновації генеруються відповідно до розподілу Пуассона, Сильверберг і Лехнерт [50] показали, що розподіл технологій швидше піддається хвильовим коливанням, ніж залишається незмінним у часі.

Цей блок моделей можна проілюструвати роботою Маєвського, який висунув припущення, що «макрорівень економіки являє собою систему, яка еволюційно розвивається, і піддається розкладанню на деяку безліч не ідентичних, але споріднених макроекономічних підсистем, кожна з яких має властивість народжуватися, жити і вмирати. У середині цієї безлічі має місце конкуренція між підсистемами і діє природний економічний відбір. При цьому в процесі життєдіяльності кожна макрогенерація безперервно бере участь у створенні сукупного ВВП, а поведінка  $k$ -ої макрогенерації описується таким диференціальним рівнянням» [84]:

$$\dot{x}_k = \alpha_k R_k x_k \left( 1 - \frac{x_k}{h_k} - \frac{S_k}{\alpha_k} \right) + \beta_k^* R_k \sum_{i=0}^{k-1} x_i, k = 1 \dots N, \quad (3.8)$$

за початкових умов

$$x_1(T_0) = C_0 > 0; x_i(T_0) = 0, i \neq 1, \quad (3.9)$$

де  $x_k(t)$  – продукт  $k$ -ї макрогенерації в момент  $t$ ;  $\alpha_k$  – інтенсивність  $k$ -ї макрогенерації;  $h_k$  – потенціал  $k$ -ї макрогенерації;  $\beta_k^*$  – доля сукупного продукту перших  $k-1$  макрогенерацій, яка вилучається на користь  $k$ -ї макрогенерації.

$$\text{При цьому } \beta_k = \begin{cases} 0, & t \leq T_{k-1} \\ \beta_k^*, & t > T_{k-1} \end{cases}; R_k = \prod_{i=k+1}^N (1 - 2\beta_i); S_k = \sum_{i=k+1}^N \frac{2\beta_i}{\prod_{j=k+1}^i (1 - 2\beta_j)}.$$

Ознакою виникнення нової макрoгенерації Маєвський вважає ситуацію, коли  $k$ -та макрoгенерація припиняє ріст, вичерпуючи свій потенціал:

$$\frac{dx_k(T_k)}{dt} = \varepsilon, \quad (3.10)$$

де  $\varepsilon$  – досить мала позитивна величина.

Щоб задати умову, що пов'язує макрoгенерації з ВВП, Маєвський робить припущення, що «в момент виникнення нової макрoгенерації сума продуктів усіх старих макрoгенерацій збігається з величиною ВВП» [84]:

$$\sum_{i=1}^N x_i(T_k) = C_k, k=1...N. \quad (3.11)$$

У результаті авторської апробації моделі<sup>88</sup> на основі показників розвитку економіки США в період з 1939 по 2001 рр. [24] вдалося виявити систему макрoгенерацій (рис. 3.3), для якої був отриманий такий розрахунковий ВВП, що коефіцієнт кореляції між річними темпами зростання розрахункового та фактичного ВВП США склав 72,8 % (рис. 3.4). Отриманий результат свідчить на користь можливості подання макрорівня у вигляді набору макрoгенерацій і моделювання їх еволюції з використанням модифікованих рівнянь популяційної динаміки (3.3).

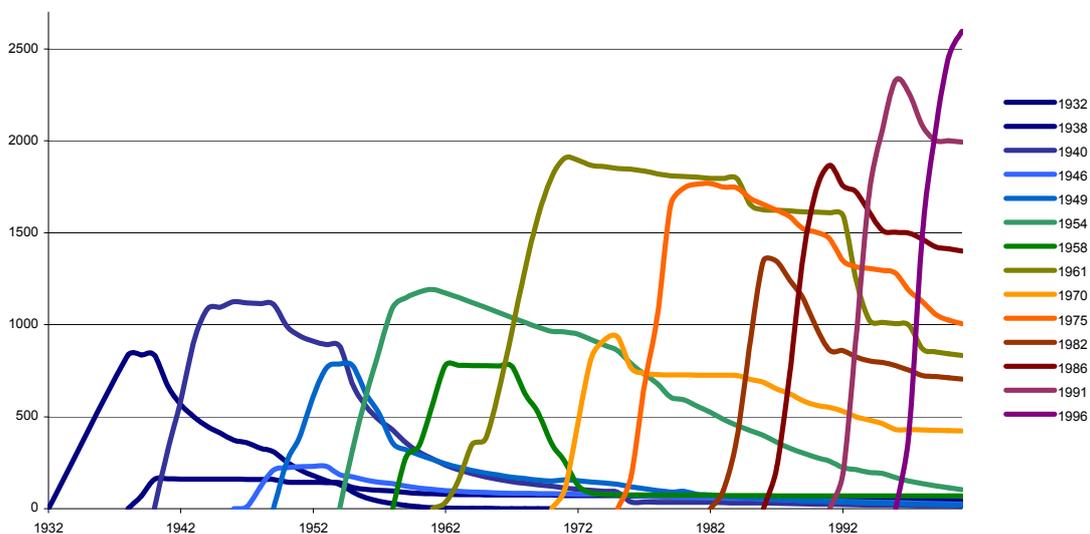


Рис. 3.3 – Продуктивні траєкторії макрoгенерацій, 1939–2002 рр.

Як видно, траєкторії макрoгенерацій мають схожу форму – стадію швидкого зростання, насичення і повільного згасання (коли старі макрoгенерації поступово передають засоби виробництва новим).

<sup>88</sup> Розрахунки проводилися з використанням прикладного пакету Maple 11 методом Рунге-Кутта четвертого порядку. Розрахунки провів магістрант Д. Діденко.

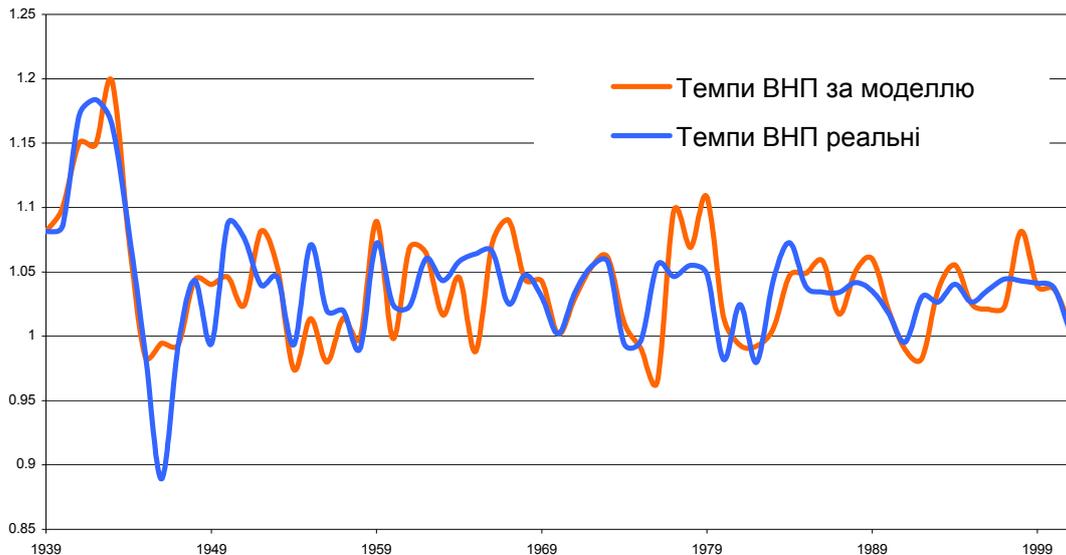


Рис. 3.4 – Динаміка темпів зростання ВВП США, 1939–2002 рр.

До недоліків запропонованого підходу слід віднести той факт, що остаточний вибір гіпотетичної сукупності макростанів з безлічі квазіоптимальних рішень у моделі здійснюється не строго, при цьому загальне число макростанів і частота їх зародження не виправдано великі (14 за 60 років).

Окремий напрямок досліджень присвячено вивченню процесів відбору в межах стохастичної схеми, у якій динаміка відносної чисельності задається за допомогою ймовірностей. Тут розглядається два підходи: на основі безперервних марківських процесів і з використанням дискретного уранового методу Пойа. У межах підходу на основі марківських процесів розглядається кінцевомірний простір дискретних станів для популяції фіксованого розміру, ймовірності переходу особини з одного стану в інший задаються як функції від поточного стану популяції. Моделі цього класу були використані, наприклад, Велдих і Брауном для визначення граничного розподілу та параметризації детермінованих динамічних рівнянь для середніх значень по популяції інновацій [55]. Брукнер [9] розрахував ймовірність зникнення нової технології в ході конкурентного процесу дифузії і показав, що, на відміну від детермінованого випадку, де найкраща технологія завжди перемагає, у стохастичному випадку поширення технології може не відбутися, якщо її економічні переваги перед іншими технологіями недостатньо великі або якщо спочатку вона використовувалася недостатньо інтенсивно. Модель Нельсона і Уінтера також може бути сформульована в термінах марківських процесів [93].

У межах уранового методу Пойа розглядаються необмежено зростаючі популяції різних видів, до яких на кожному кроці в дискретні моменти часу додається особина, вид якої визначається за ймовірністю відповідно до

аллокаційної функції. Цей апарат використовувався, наприклад, у роботах Коуана, для аналізу ефектів залежно від минулого (path dependence) і замикання (lock-in) на неоптимальній технології [11], а також Досі для моделювання олігополістичної цінової конкуренції [17].

Ще одним напрямком у рамках цього класу моделей є еволюційна теорія ігор. Піонерською в даному напрямку вважається робота Фостера і Янга [22], присвячена стохастичному еволюційному відбору. Вона викликала появу низки прикладних економічних досліджень, основна ідея яких полягала в приведенні стандартної популяційної динамічної моделі (3.4) до стохастичного вигляду шляхом додавання мутаційного шуму (наприклад, невеликої наперед заданої ймовірності того, що агент довільно змінить стратегію).

Також у цій групі моделей слід зазначити інтерпретацію Крауфорда координаційних ігор з точки зору еволюційного підходу [12]; модель узгодження економічних інтересів Янга [58]; модель Аксельрода, засновану на ітераційному застосуванні дилеми укладеного для вирішення завдання про співробітництво [4].

У блоці просторово-технологічних моделей процес виникнення інновацій досліджується з використанням технологічних просторів. Наприклад, у моделі Нельсона й Уінтера розглядаються технології з фіксованими параметрами, розподілені випадковим чином у вигляді точок в евклідовому просторі продуктивностей праці і капіталу, де норма відстані задає, наскільки швидко випадково спрямований процес досліджень і розробок може перемістити фірму з однієї точки в іншу [93]. Аналогічно в роботі Квасницького використовується багатовимірна контурна поверхня технологічних характеристик [32].

У моделях Сільверберга і Вега-Редондо технології, які задаються параметрами виробничих функцій, є вершинами орієнтованого графа, а дуги відображають їх спадкоємність. Структура графа допускає впорядкування, завдання номінальної технологічної відстані і можливість розгалуження [5]. У роботі [47] Сільверберга технологічний граф був доповнений простором інноваційних стратегій. Алгоритм пошуку в технологічному просторі тут задається виробничою функцією, яка визначає ймовірність переходу до наступної вершини орієнтованого графа й керується генетичними операторами: кросовер являє собою копіювання частини стратегій конкурента, мутація – локальна зміна значень параметрів, розподілене за нормальним законом.

Останній клас моделей складають еволюційні моделі взаємодії автономних агентів. Уявлення про основні властивості економічної поведінки агентів отримали своє узагальнене системне вираження в моделі REMM<sup>89</sup>.

<sup>89</sup> Resourceful, Evaluative, Maximizing Man – винахідлива людина, яка оцінює, максимізує.

Абревіатура була запропонована К. Бруннером і У. Меклінг [62], які припустили, що агент визнає обмеженість усіх ресурсів, включаючи власний час; він прагне забезпечити собі найкраще положення при тих обмеженнях, з якими стикається, в умовах недосконалої інформації. При цьому агент усвідомлює, що процедура вибору і прийняття рішення пов'язана з витратами. У результаті конкурентної та/або кооперативної взаємодії економічних агентів породжуються ті або інші типи еволюції системи в цілому.

Серед додатків цього підходу можна відзначити, наприклад, моделі Аксельрода [3], Епштейна і Акстелла [18], в яких досліджуються типи колективних поведінкових стратегій. Також у роботах Данича з теорії лавиноподібних соціально-економічних процесів в інформаційному суспільстві запропонована мультиагентна імітаційна модель розповсюдження панік [70].

Такий підхід дозволяє досліджувати взаємодію не тільки вже існуючих агентів зі спектром можливих характеристик, але й процес виникнення нових агентів, відтворюючи таким чином еволюційний процес видоутворення.

### **3.3. Еволюція макрogeneratedії: передумови, моделі, результати**

На макроекономічному рівні приватним (та історично першим детально дослідженим) випадком еволюційних процесів можна вважати циклічні процеси. На думку вчених-еволюціоністів, економічний цикл – це механізм саморегулювання, у якому кризи виконують роль якісного структурного фактора оновлення економіки і, отже, сприяють економічному зростанню.

Сучасна школа циклізму пропонує велику різноманітність моделей коливальних процесів в економіці. У першу чергу, тут необхідно відзначити роботи Р. Нельсона і С. Вінтера [40], що заклали основи еволюційного підходу до моделювання економічних циклів, Р. Лукаса [35], актуалізувати дослідження ділових циклів як циклів відхилень від тренда економічного зростання, М. Фрідмана і А. Шварца [23], які показали роль ендогенних грошей у циклічному механізмі економіки, Ф. Агійона і П. Хьюїта [1], які використовували шумпетеріанську ідею про роль конкуренції між інноваторами, Г. Сільвербергера [48], школа якого враховує не тільки шумпетеріанську парадигму, але і теорію техніко-економічних парадигм і кондратьєвські цикли. Великий внесок у розвиток моделювання економічних циклів внесли вітчизняні та російські вчені: Л. Абалкін, В. Геєць, С. Глазьев, В. Кузьменко, В. Маєвський, В. Макаров, В. Полтерович.

Розглядаючи концепцію економічних циклів в історичній ретроспективі, відзначимо, що світова економічна наука звернулася до проблем

економічного зростання ще в кінці XIX ст., коли почалися дослідження сільськогосподарських і промислових циклів, коливань ділової активності. Тоді К. Жугляр запропонував теорію «промислового циклу» середньої довжини (дев'ять років) [81]. Потім на початку 1920-х рр. американський економіст Д. Китчин описав фінансово-економічні малі цикли (у середньому 4 роки), що відображають короткострокові коливання фінансово-ділової активності [30], а С. Кузнець проаналізував будівельні цикли (16–20 років) [1]. Вітчизняна школа циклізму бере початок у працях українського економіста М. Туган-Барановського [107], видатним учнем якого був Н. Кондратьєв. Він увів поняття великих циклів (50–60 років) і припустив, що економічна кон'юнктура – процес, який складається як зі спонтанних оборотних процесів, так і з необоротних еволюційних, що відображають глобальний розвиток виробничих сил [77]. У 1939 р. Й. Шумпетер припустив фрактальність економічних циклів різної довжини: в одну довгу хвилю Кондратьєва він уклав 6 циклів Жугляра, а в кожен цикл Жугляра – три короткострокових цикли Китчина [118].

У 1990-х рр., розвиваючи ідеї Кондратьєва, С. Глазьев для опису економічних циклів великої тривалості ввів поняття технологічного укладу [65] і запропонував їх періодизацію (табл. 3.2).

На думку вченого, новий технологічний уклад зароджується, коли в економічній структурі домінує попередній і якийсь час його розвиток стримується несприятливим середовищем. Перерозподіл ресурсів у технологічні ланцюги нового укладу відбувається, коли старий уклад починає вичерпувати свій потенціал і припадає це, як правило, на фазу зростання нового технологічного укладу.

В. Маєвський, критикуючи концепції С. Фрімена про зміну техніко-економічних парадигм і С. Глазьева про еволюцію технологічних укладів за складність практичного застосування для формування стратегій економічного розвитку, ввів поняття макрогенерації [83]. Він припустив, що макрорівень економіки піддається розкладанню на сукупність еволюціонуючих макроекономічних підсистем (макрогенерацій), сукупність яких виробляє протягом року повний обсяг ВВП.

Під час досліджень Маєвському вдалося пояснити економічну природу макрогенерацій, пов'язати їх еволюцію з циклічною динамікою ВВП, виявити рушійні сили еволюції та оцінити можливість появи нових макрогенерацій в конкретні моменти часу, що свідчить про високу практичну цінність отриманих результатів. До недоліків запропонованого підходу слід віднести той факт, що остаточний вибір гіпотетичної сукупності макрогенерацій з безлічі квазіоптимальних рішень у моделі здійснюється не строго, при цьому загальне число макрогенерацій і частота їх зародження не виправдано великі (детально модель розглянута в попередньому параграфі).

Таблиця 3.2

## Періодизація технологічних укладів [65]

Період домінування	1770–1830	1830–1880	1880–1930	1930–1980	1980–2030
Технологічні лідери	Велика Британія, Франція, Бельгія	Велика Британія, Франція, Бельгія, Німеччина, США	Німеччина, США, Велика Британія, Франція, Бельгія, Швейцарія	США, країни Західної Європи, СРСР, Японія	Японія, США, ЄС
Ядро технологічного укладу	Текстильна промисловість, текстильне машинобудування, виплавка чавуну, обробка заліза, будівництво каналів, водяний двигун	Паровий двигун, будівництво ЗД, транспорт, авто-, пароплавобудування, вугільна, станко-інструментальна промисловість, чорна металургія	Електротехнічне, важке машинобудування, виробництво і прокат сталі, лінії електропередач, неорганічна хімія	Авто-, тракторобудування, кольорова металургія, органічна хімія, виробництво і переробка нафти	Електронна промисловість, обчислювальна, оптоволоконна техніка, програмне забезпечення, телекомунікації.
Ключовий фактор	Текстильні машини	Паровий двигун	Електродвигун, сталь	Нафтохімія	Мікроелектронні компоненти
Ядро нового укладу, яке формується	Парові двигуни, машинобудування	Сталь, електроенергетика, важке машинобудування, неорганічна хімія	Автомобілебудування, органічна хімія, виробництво і переробка нафти, кольорова металургія	Радари, будівництво трубопроводів, авіаційна промисловість, виробництво і переробка газу	Біотехнології, космічна техніка, тонка хімія, атомна промисловість, охорона здоров'я
Перевага даного технологічного укладу перед попередніми	Механізація і концентрація виробництв на фабриках	Зростання масштабів і концентрація виробництва на основі парового двигуна	Підвищення гнучкості виробництва на основі використання електродвигуна	Масове і серійне виробництво	Індивідуалізація виробництва, дезурбанізація на основі телекомунікаційних технологій

Проте концепція економічної еволюції як процесу зміни макрогенерацій здається нам перспективною. Скористаємося запропонованою Маєвським методологією і проведемо емпіричний аналіз еволюції макрогенерацій (МГ). Під «макрогенерацією» (відповідно до термінології Маєвського) будемо розуміти макроекономічну систему, яка базується на певній технології чи сукупності технологій і бере участь у виробництві національного продукту. При цьому окремі макрогенерації еволюціонують і беруть участь у «природному відборі», а вся сукупність макрогенерацій протягом року виробляє ВВП економіки цього року.

Для побудови моделі еволюції макрогенерацій зупинимося на таких припущеннях:

1. Макрорівень економіки може бути представлений як сукупність МГ, що беруть участь у створенні ВВП.

2. Кожна МГ описується ембріональною фазою, фазою зростання, насичення і спаду.

3. Нова макрогенерація зароджується, коли поточна макрогенерація досягає межі своїх можливостей (фази насичення).

4. Перерозподіл ресурсів між МГ відбувається відповідно до фаз їх життєвого циклу:

а) короткої ембріональної стадії, на якій внесок нової МГ в економіку неістотний;

б) стадії швидкого зростання, коли нова МГ починає активно забирати ресурси у своїх попередниць;

с) стадії насичення, коли поточна МГ досягає межі своїх можливостей;

д) тривалої стадії спаду, коли відбувається остаточний перерозподіл ресурсів між МР.

Початковим етапом моделювання макрогенерацій було попереднє дослідження можливих інтервалів їх зміни, яке було проведено з використанням виробничої функції.

Перш ніж формалізувати висунуті гіпотези, проведемо попереднє економетричне дослідження дрейфу параметрів виробничої функції (ПФ). Оберемо ПФ Кобба–Дугласа (ПФКД) такого вигляду:

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}, \quad (3.12)$$

де  $Y$  – валовий національний продукт [25],

$K$  – капітал [20],

$L$  – трудові ресурси [34],

$\alpha$  – коефіцієнт еластичності капіталу,

$A$  – технологічний коефіцієнт.

Оцінка параметрів ПФКД була проведена на основі статистичних даних про розвиток економіки США за 1930–2010 рр. (додаток Є). На підставі аналізу дрейфу коефіцієнта еластичності капіталу в його динаміці було виявлено чотири повних і початок п'ятого циклу еволюції тривалістю близько 20 років. Отримані результати дозволили зробити такі припущення щодо моментів зародження макронеєрацій:

- 1) перша макронеєрація зароджується до 1930 р.,
- 2) друга – у період з 1945 до 1950 р.,
- 3) третя – у період з 1970 до 1975 р.,
- 4) четверта – у період з 1985 до 1990 р.,
- 5) п'ята – у період з 1995 до 2000 р.

Ці результати дослідження узгоджуються з висновками Глазьєва щодо зміни технологічних укладів.

Аналіз дрейфу параметрів виробничої функції (рис. 3.5) свідчить про те, що:

- 1) у динаміці параметрів ПФКД спостерігається виражена циклічність;
- 2) параметри  $\alpha$  і  $A$  змінюються в протифазі;
- 3) у всіх експериментах параметр  $\alpha$  на деяких інтервалах набуває негативних значень.

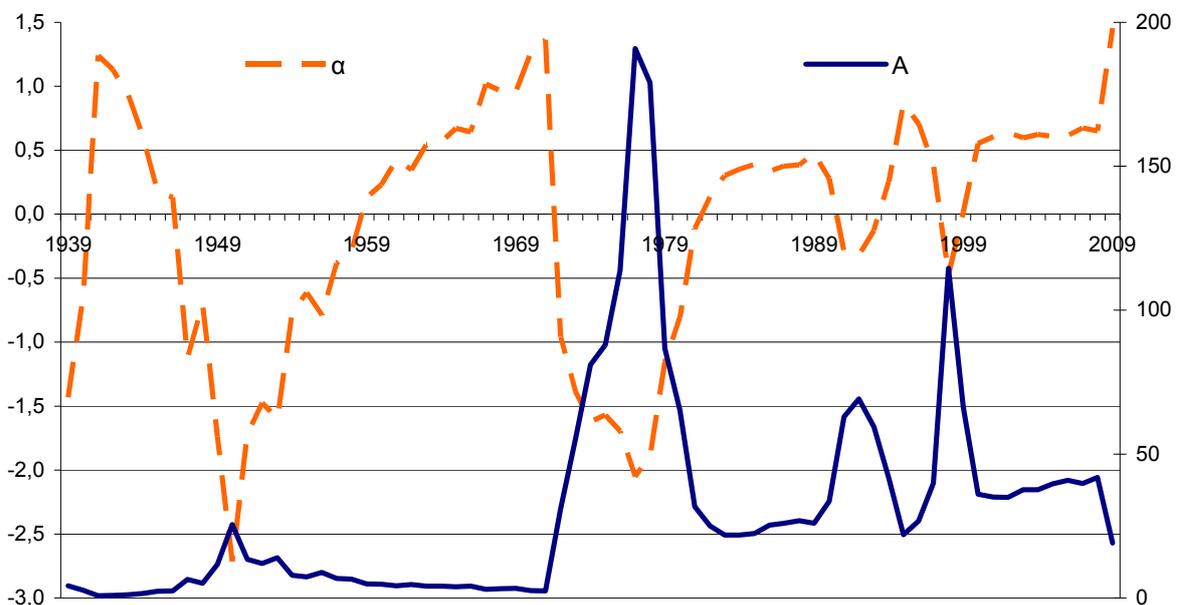


Рис. 3.5 – Дрейф параметрів  $\alpha$  і  $A$  при довжині змінного вікна в 10 років<sup>90</sup>

Для пояснення отриманих результатів з точки зору еволюційної теорії ми припустили, що на тих інтервалах, де ПФКД не в змозі адекватно

<sup>90</sup> Серія експериментів із використанням ковзних вікон різної довжини (від 8 до 11 років) показала, що динаміка параметрів від довжини вікна не залежить. Підписи по осі часу являють собою перший рік вікна, яке розраховується.

описати економічну ситуацію, відбувається зміна макротехнологій, коли кардинально змінюється співвідношення між витратами капіталу і трудових ресурсів (етап поступового розвитку змінюється етапом радикальних якісних змін) [90]. При цьому періоди зростання коефіцієнта  $\alpha$  (коли відбувається насичення виробництва капіталом) відповідають фазі технологічного зростання, а на тих інтервалах, де  $\alpha$  набуває негативних значень, відбувається зміна технологій і перерозподіл факторів виробництва.

Оскільки попередній аналіз підтвердив припущення про можливість представлення економічного розвитку як процесу зміни макрогенерацій, перейдемо до детального опису моделі. Отже, згідно з перерахованими припущеннями, життєвий цикл макрогенерацій складається з:

- короткої ембріональної стадії, на якій внесок нової макрогенерації в економіку неістотний;
- стадії швидкого зростання, коли нова макрогенерація починає активно забирати ресурси у своїх попередниць;
- стадії насичення, коли поточна макрогенерація досягає межі своїх можливостей;
- тривалої стадії спаду, коли відбувається остаточний перерозподіл ресурсів між макрогенераціями.

Тому для опису життєвого циклу макрогенерації нами була обрана логнормальна функція такого вигляду (рис. 3.6):

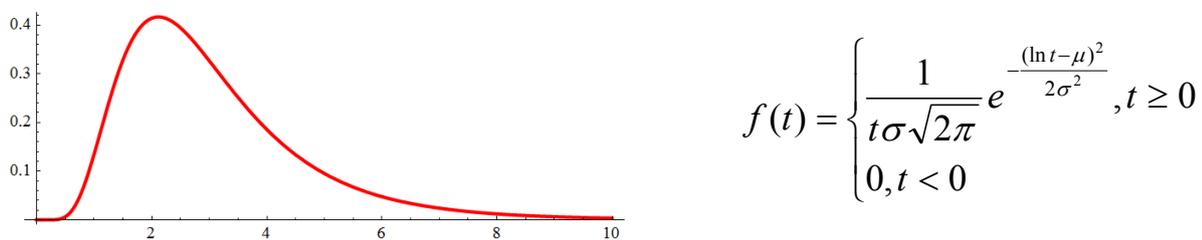


Рис. 3.6 – Логнормальна функція з параметрами  $\mu=1$  і  $\sigma=0,5$

Для розширення можливостей параметричної настройки моделі в цю функцію були введені додаткові параметри:

$$s(t) = \begin{cases} \frac{M}{(t-\tau)} e^{-\frac{(\ln(t-\tau)-\mu)^2}{2\sigma^2}}, & t \geq \tau \\ 0, & t < \tau \end{cases} \quad (3.13)$$

У такому вигляді параметр  $\tau$  відповідає за зсув функції уздовж осі абсцис, даючи початок ембріональній фазі,  $\mu$  і  $\sigma$  описують технологічний потенціал окремої макрогенерації, а коефіцієнт  $M$  коригує амплітуди функцій. Підбираючи ці параметри з метою найкращої апроксимації

вихідного статистичного ряду, можна отримувати форми кривої, що описують різні за своїм характером макрорегенерації.

Грунтуючись на наведених вище припущеннях, ми поставили завдання виявлення та оцінки параметрів макрорегенерації на основі даних про розвиток економіки США за 1930–2010 рр. [25]. Критерієм тут виступає мінімізація суми квадратів відхилень значень модельного ряду від фактичних даних<sup>91</sup>:

$$z(\tau, M, \mu, \sigma) = \sum_{t=1}^{80} \left( f(t, \tau, M, \mu, \sigma) - y_t^* \right)^2 \rightarrow \min, \quad (3.14)$$

де  $y_t$  –  $t$ -е спостереження вихідного статистичного ряду ВВП.

Функція  $f$  являє собою суму функцій  $s_i$ , які описують макрорегенерації (їх п'ять відповідно до результатів аналізу дрейфу параметрів виробничої функції на основі емпіричних даних):

$$f(t, \tau, M, \mu, \sigma) = \sum_{i=1}^5 s_i(t, \tau_i, M_i, \mu_i, \sigma_i),$$

$$s_i(t, \tau_i, M_i, \mu_i, \sigma_i) = \frac{M_i}{t - \tau_i} e^{-\frac{[\ln(t - \tau_i) - \mu_i]^2}{2\sigma_i^2}}. \quad (3.15)$$

Емпіричним шляхом вдалося з'ясувати, що при значеннях  $\sigma > 1$  ембріональна фаза практично не спостерігається і функція зростає дуже різко. Цей різкий стрибок може дещо пом'якшуватися істотним збільшенням  $\mu$ , але при цьому ембріональна фаза також практично відсутня. При значеннях  $\sigma$  близьких до 1 досягається плавне вичерпування макрорегенерації. З наближенням  $\sigma$  до 0 спостерігається швидкий спад і продовжується ембріональна фаза макрорегенерації. Виходячи з цих міркувань, параметри  $\sigma$  були обмежені інтервалом  $(0, 2; 1, 5)$ .

Збільшення параметра  $\mu$  за інших рівних умов призводить до більш пологого зростання і спаду, причому максимум функції зменшується. При  $\mu = 3$  фаза розвитку макрорегенерації може займати 5–12 років при різних  $\sigma$ , що в цілому відповідає теоретичним припущенням. При малих значеннях  $\mu$  макрорегенерації швидкоплинні, імовірність їх появи в результаті рішення задачі мала, але ми все ж залишимо таку можливість, і не будемо обмежувати знизу цей параметр більш жорсткою вимогою, ніж позитивність.

<sup>91</sup> Для того щоб результати такої мінімізації чисельними методами були адекватними, було проведено попереднє шкалювання статистичних даних. Поставлена задача вирішувалася з використанням обчислювального пакета Mathematica 8.0. Розрахунки проведено магістрантом А. Буртником.

Тому значення параметрів  $\mu$  обмежимо діапазоном  $(0; 3)$ . Обмеження зверху на множники  $M$  накладалися, виходячи з передбачуваного розташування функцій.

У результаті рішення задачі були отримані такі значення параметрів (додаток 3):

$$\begin{aligned}\tau &= \{4.65; 20.00; 40.78; 54.35; 64.77\}, \\ M &= \{0.60; 1.00; 4.90; 7.84; 12.34\}, \\ \mu &= \{0.48; 4.00; 4.00; 4.00; 4.00\}, \\ \sigma &= \{0.25; 0.52; 0.50; 0.48; 0.42\}.\end{aligned}$$

Як і передбачалося,  $\sigma_i$  виявилися меншими 1 і всі, крім  $\sigma_1$ , близькі до значень  $0.4-0.5$ , що говорить про явне наявності ембріональних фаз. Щодо параметрів  $\mu$ , то всі, крім  $\mu_1$ , взяли максимально можливе значення, яке дорівнює 3, прагнучи зробити функції  $s_i$  пологими, щоб апроксимація ряду була більш гладкою (рис. 3.7).

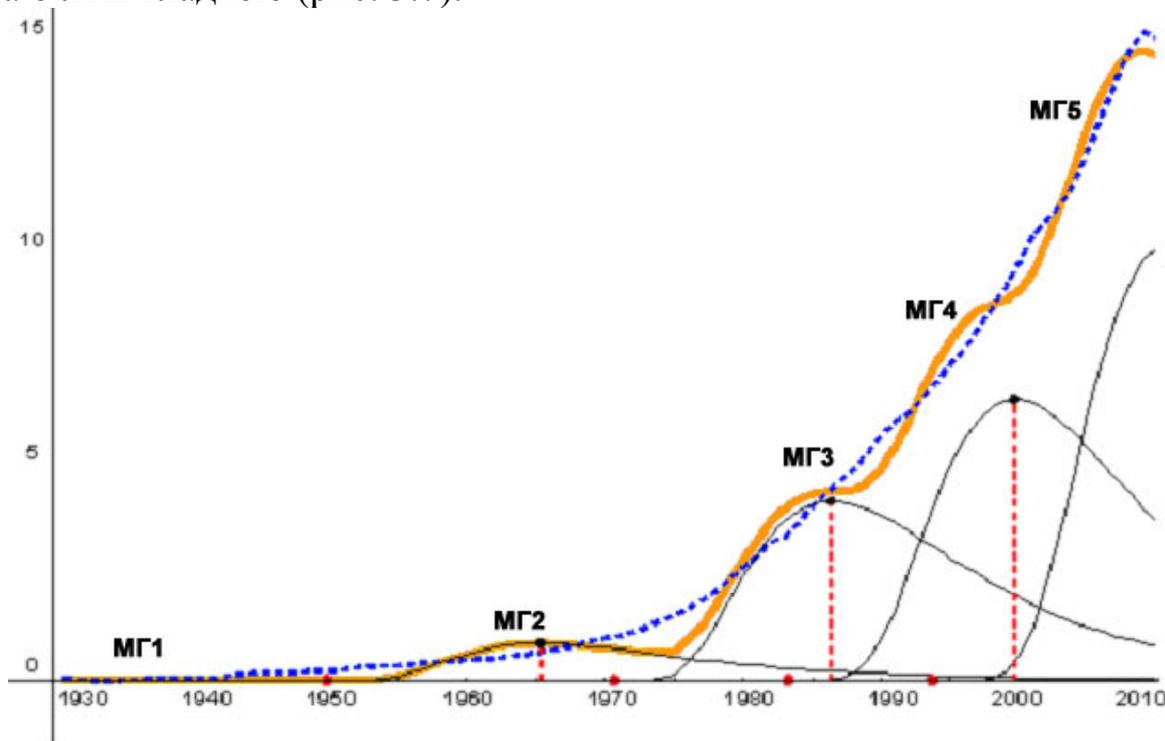


Рис. 3.7 – Наближення ряду ВВП (трлн дол.) набором макроренерацій

Аналіз рис. 3.7 показує, що макроренерації зароджуються в околиці максимумів своїх попередниць і деякий час знаходяться в ембріональних фазах, що узгоджується зі змістовною інтерпретацією виділених Глазьєвим технологічних укладів [65]. При цьому інтервали між моментами зародження і тривалість макроренерацій скорочуються.

Перша макроренерація, яка повинна була народитися і досягти нульового моменту початкового рівня економіки до 1930 р., малозначима, оскільки всі її суттєві значення лежать до інтервалу спостереження.

Зародження другої і третьої генерацій та їх ембріональні фази припадають на періоди убутання попередниць. Четверта і п'ята генерації зароджуються і знаходяться в ембріональній фазі аж до досягнення максимуму попередніми генераціями (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Фази життєвих циклів макргенерацій**

	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$
Момент виникнення	1926	1950	1970	1983	1993
Ембріональна фаза	1926	1950–1955	1970–1975	1983–1988	1993–1999
Фаза росту	1926–1927	1955–1964	1975–1985	1988–1999	1999–2010
Фаза насичення	1927	1964–1976	1985–1987	1999–2004	
Перехід до нової генерації	1955	1976	1993	2004	

Аналіз табл. 3.3 показує, що періоди між моментами зародження макргенерацій скорочуються – вони становили від 24 років для перших макргенерацій до 10 років для останніх. Таким чином, інтерпретація макргенерацій у рамках класичної теорії циклізму важка, хоча й можливо провести певну паралель між ними і промисловими циклами Жугляра тривалістю 9 років, а також будівельними циклами Кузнеця тривалістю 16–20 років.

Зіставимо отримані результати з теоретичними припущеннями Глазьєва (табл. 3.2), який виділяв такі періоди домінування технологічних укладів: 1) 1770–1830 рр. (ключовий фактор – текстильні машини), 2) 1830–1880 рр. (ключовий фактор – паровий двигун), 3) 1880–1930 рр. (ключовий фактор – електродвигун, сталь), 4) 1930–1980 рр. (ключовий фактор – нафтохімія), 5) 1980–2030 рр. (ключовий фактор – мікроелектронні компоненти).

Оскільки ми розраховували на статистику з 1930 р., розглянемо останні три уклади. Згідно з отриманими результатами фаза насичення першої макргенерації припадає на 1927 р., що відповідає періоду домінування третього технологічного укладу; фази насичення другої і третьої макргенерацій припадають на період домінування четвертого укладу; фаза насичення четвертої – на початок 2000-х рр., що відповідає середині періоду домінування п'ятого укладу. Таким чином, можна зробити висновок про те, що в цілому отримані емпіричним шляхом результати відповідають теоретичним припущеннями, висунутим Глазьєвим.

Отже, у результаті експериментування з моделлю нам вдалося виявити на досліджуваному інтервалі чотири значущих макрогенерації. Для того щоб перевірити наявність зв'язку між дрейфом параметрів виробничої функції і виділеними макрогенераціями, повернемося до результатів дослідження параметрів макроекономічної функції Кобба–Дугласа на основі емпіричних даних, де в динаміці коефіцієнта еластичності капіталу було виявлено чотири повних і початок п'ятого циклу еволюції тривалістю близько 20 років (рис. 3.5). Аналіз дрейфу еластичності капіталу дозволив зробити такі припущення щодо моментів зародження макрогенерацій [79]:

- 1) перша макрогенерацій зароджується до 1930 р.;
- 2) друга – у період з 1945 до 1950 р.;
- 3) третя – у період з 1970 до 1975 р.;
- 4) четверта – у період з 1985 до 1990 р.;
- 5) п'ята – у період з 1995 до 2000 р.

Порівняльний аналіз дрейфу коефіцієнта еластичності капіталу  $\alpha$  (рис. 3.5) і динаміки макрогенерацій (рис. 4.3) показує, що:

- 1) фазі росту  $i$ -ї макрогенерації відповідає зростання параметра  $\alpha$ ;
- 2) фазі насичення  $i$ -ї макрогенерації – локальний максимум  $\alpha$ ;
- 3) появі  $(i+1)$ -ї макрогенерації відповідає спад  $\alpha$ ;
- 4) переходу від  $i$ -ї до  $(i+1)$ -ї генерації – локальний мінімум  $\alpha$ .

Винятком є поведінка  $\alpha$ , що відповідає четвертій і переходу до п'ятої макрогенерації. У фазі росту  $s_4$  відбувається не тільки зростання, але і ще один стрибок  $\alpha$ , а переходу до нової генерації  $s_5$  не відповідає жоден з видимих спадів  $\alpha$  (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Відповідність між фазами макрогенерацій  
і поведінкою коефіцієнта еластичності капіталу**

Початок інтервалу	Фази макрогенерацій	Поведінка $\alpha$ , яка спостерігається
1950	Фаза росту $s_2$	Зростання
1962	Фаза насичення $s_2$	Локальний максимум
1963	Вихід $s_3$ з ембріональної фази	Падіння
1968	Перехід від $s_2$ до $s_3$	Локальний мінімум
1969	Фаза росту $s_3$	Зростання
1980	Фаза насичення $s_3$	Локальний максимум
1981	Вихід $s_4$ з ембріональної фази	Падіння
1983	Перехід від $s_3$ до $s_4$	Локальний мінімум
1983	Фаза росту $s_4$	Мінлива динаміка
1993	Фаза насичення $s_4$	Локальний максимум
1990	Вихід $s_5$ з ембріональної фази	Постійне значення
1997	Перехід від $s_4$ до $s_5$	Постійне значення
1999	Фаза росту $s_5$	Зростання

Крім того, спостерігається тенденція до скорочення відстані між сходишками модельної функції, тобто перехід між макрогенераціями відбувається все частіше. Можливо, це пояснюється тим, що довжина змінного вікна в 10 кроків (яка добре підходила для опису тенденцій у середині досліджуваного інтервалу) стає дещо надлишковою з прискоренням НТП, коли макрогенерації змінюють одна одну все швидше.

У цілому, експериментальні результати підтвердили припущення моделі про виникнення і динаміку МГ. Аналіз показав, що МГ з'являються в межах максимуму своїх попередників і проходять ембріональну фазу, фази росту, насичення і спаду. Дослідження фаз макрогенерацій підтвердило припущення про те, що на тих відрізках, де еластичність капіталу набуває негативних значень, відбувається зміна макрогенерацій, а у фазі росту макрогенерацій насичується капіталом. При цьому потужність макрогенерацій США з часом зростає, а інтервали між появою і тривалість макрогенерацій знижуються.

Запропонована модель виявлення макрогенерацій на основі емпіричних даних про динаміку ВВП США продемонструвала високу якість апроксимації ( $R^2 = 0,97$ ), що дозволяє використовувати її для дослідження і міжкраїнових порівнянь макрогенерацій інших країн світу.

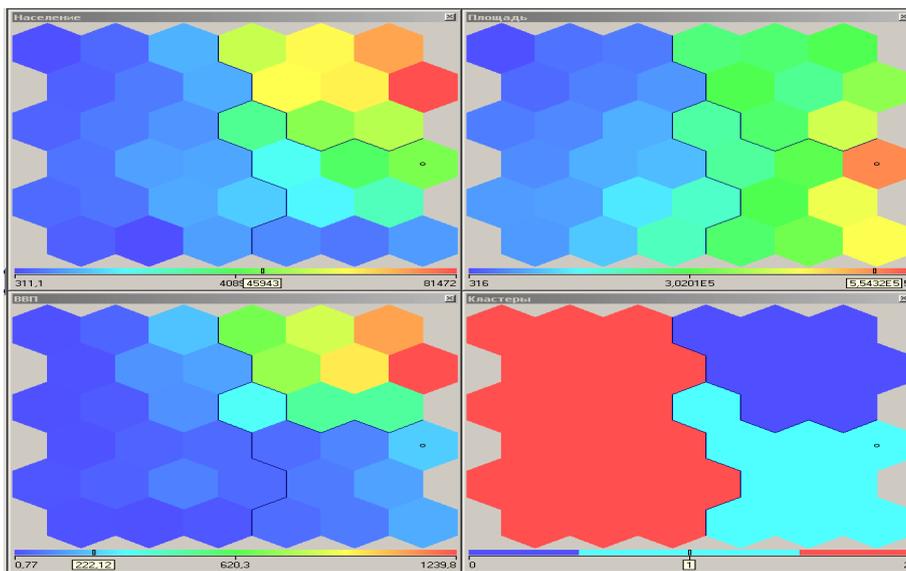


Рис. 3.8 – Карти Кохонена<sup>92</sup>:

- а) карта чисельності населення, б) карта розмірів країн,  
в) карта ВВП, г) карта кластерів

Для дослідження ми обрали 37 європейських країн, які, безумовно, досить сильно відрізняються як масштабами, так і рівнем економічного

<sup>92</sup> Положення України позначено точкою, значення відповідних показників наведені в легендах під картами.

розвитку<sup>93</sup>. Тому для забезпечення їх порівнянності ми зробили попередню кластеризацію країн на основі інформації про їх ВВП, чисельності населення і площі (додаток Ж). Для вирішення поставленого завдання був використаний інструментарій нейромережевого моделювання, зокрема карти Кохонена<sup>94</sup> (рис. 3.8).

У результаті було виділено 3 кластери: до нульового потрапили найбільші й найбагатші країни Європи, до першого – великі, але небагаті, до другого – невеликі країни з невисоким рівнем ВВП. Ядра виділених кластерів відображають характеристики найбільш типових об'єктів кожного класу (рис. 3.9).

		Кластери		
		2	1	0
		26 (70,3%)	7 (18,9%)	4 (10,8%)
<b>+ Поля</b>	<b>Показатели</b>			
9.0 ВВП	Значимость	94,0%	20,7%	100,0%
	Среднее	48,738	131,67	949,23
9.0 Население	Значимость	97,9%	65,6%	100,0%
	Среднее	5963,3	24468	67625
9.0 Площадь	Значимость	99,4%	99,9%	97,7%
	Среднее	63818	3,957E5	3,6253E5

Рис. 3.9 – Ядра кластерів<sup>95</sup>

Для того щоб проаналізувати динаміку макрогенерацій на основі даних про ВВП країн Європи за 1969–2011 рр., з кожного кластера було вибрано по парі представників: Німеччина і Франція з кластера найбільших і найбагатших європейських країн, Польща й Україна з кластера великих, але порівняно небагатих країн, Білорусь і Литва з кластера невеликих країн з невисоким рівнем ВВП. Динаміка ВВП цих країн за 1969–2011 рр. [52] наведена на рис. 3.10.

<sup>93</sup> Міждержавні порівняння в масштабах світу ускладнені, з одного боку, відсутністю довгих рядів порівнюваних статистичних даних за їх ВВП, з іншого – сильною різнокаліберністю.

<sup>94</sup> Мережі Кохонена [31] призначені для дослідження статистичних закономірностей багатовимірних даних і вирішення завдань кластеризації. Розрахунки проводилися з використанням аналітичної платформи Deductor Studio Academic 5.2.

<sup>95</sup> У першому стовпчику таблиці перераховані показники, на підставі яких проводилася кластеризація. У другому – характеристики кластерів (ядра класів і рівень їх значущості показників), значення характеристик представлені в 3–8 шпальтах таблиці. У заголовках таблиці наведено номери кластерів (рядок 1) і число країн, що увійшли до кожного кластера в абсолютному значенні й у відсотках від загальної їх кількості (рядок 2).

Базуючись на наведених вище припущеннях і результатах експериментів на даних про розвиток економіки США, нами було зроблено (і експериментально підтверджено) припущення про існування трьох макрогенерацій за досліджуваній період.

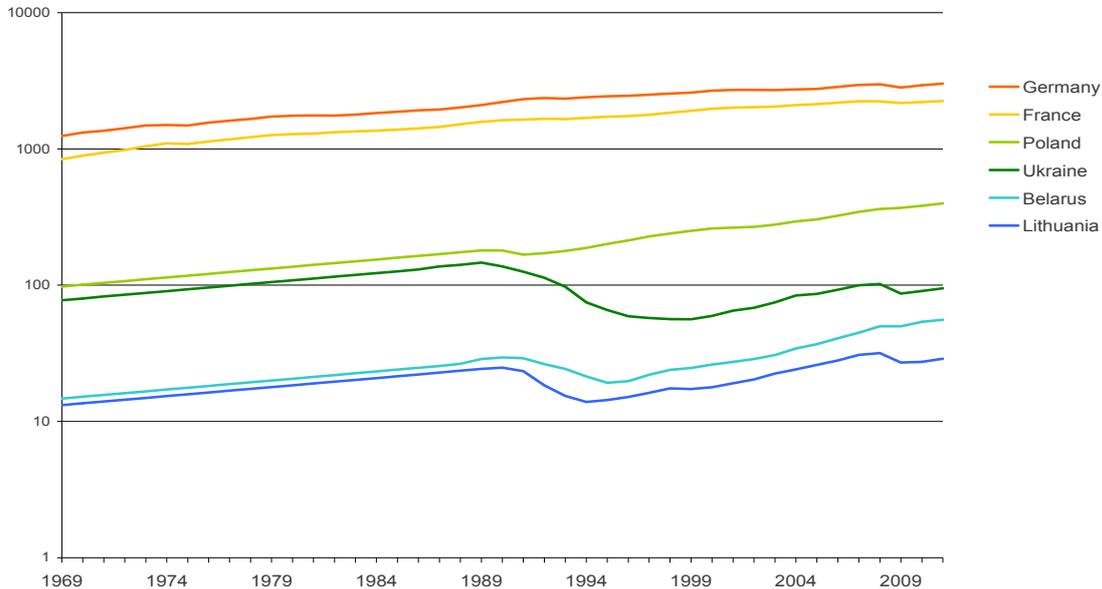


Рис. 3.10 – Динаміка ВВП європейських країн за 1969–2011 рр., млрд дол.

Для всіх країн на основі даних про динаміку ВВП за 1969–2011 рр. [52] була вирішена наступна задача виявлення та оцінки параметрів макрогенерацій [78]:

$$z(\tau, M, \mu, \sigma) = \min \left\{ \sum_{i=1}^{43} \left( \sum_{i=1}^3 \frac{M_i}{t - \tau_i} e^{-\frac{[\ln(t - \tau_i) - \mu_i]^2}{2\sigma_i^2}} - y_i^* \right)^2 \right\}, \quad (3.16)$$

де  $\tau$  – початок ембріональної фази,  $\mu$  і  $\sigma$  – технологічний потенціал окремої МГ,  $M$  коригує амплітуди функцій,  $y_t$  –  $t$ -е спостереження статистичного ряду ВВП.

У результаті розрахунків для країн нульового кластера (Німеччини та Франції) була досягнута досить гарна якість апроксимації (див. значення цільової функції  $z$ , табл. 3.5), що дозволяє судити про адекватність моделі (результати розрахунків для інших країн кластера див. у додатку 3).

Аналіз табл. 3.5 показує, що потужність макрогенерацій обох країн з часом зростає, при цьому у Німеччині вона досягає максимальних значень, проте темп зростання тут нижчий, ніж у Франції.

Моменти зародження макрогенерацій у прив'язці до реального часу дуже близькі між собою. Зокрема, на досліджуваному інтервалі в Німеччині перша макрогенерація з'явилася в 1966 р., друга – у 1981 р., третя –

у 1994 р.; у Франції моменти зародження МГ припали на 1967, 1981 і 1994 рр. відповідно.

Таблиця 3.5

### Параметри макрoгенерацій Німеччини та Франції

Характеристики макрoгенерацій	Німеччина	Франція
$z$	0.120	0.035
$\tau$	4.89; 11.83; 25.14	2.50; 12.31; 24.74
$M$	7.25; 10.01; 10.80	4.15; 5.55; 7.79
$\mu$	4.0; 4.0; 4.0	4.0; 4.0; 4.0
$\sigma$	0.63; 0.52; 0.49	0.56; 0.55; 0.50
Максимальна потужність	0.44, $\tau = 9.60$	0.24, $\tau = 12.11$
	0.57, $\tau = 27.12$	0.32, $\tau = 27.18$
	0.61, $\tau = 40.92$	0.44, $\tau = 40.31$

Якщо порівнювати ці значення з результатами, отриманими для економіки США (де експеримент проводився на основі даних за 1930–2011 рр.), видно, що розраховані моменти появи європейських макрoгенерацій до них дуже близькі (у США вони склали 1970, 1983 і 1993 рр. відповідно).

Динаміка макрoгенерацій Німеччини і Франції наведена на рис. 3.11.

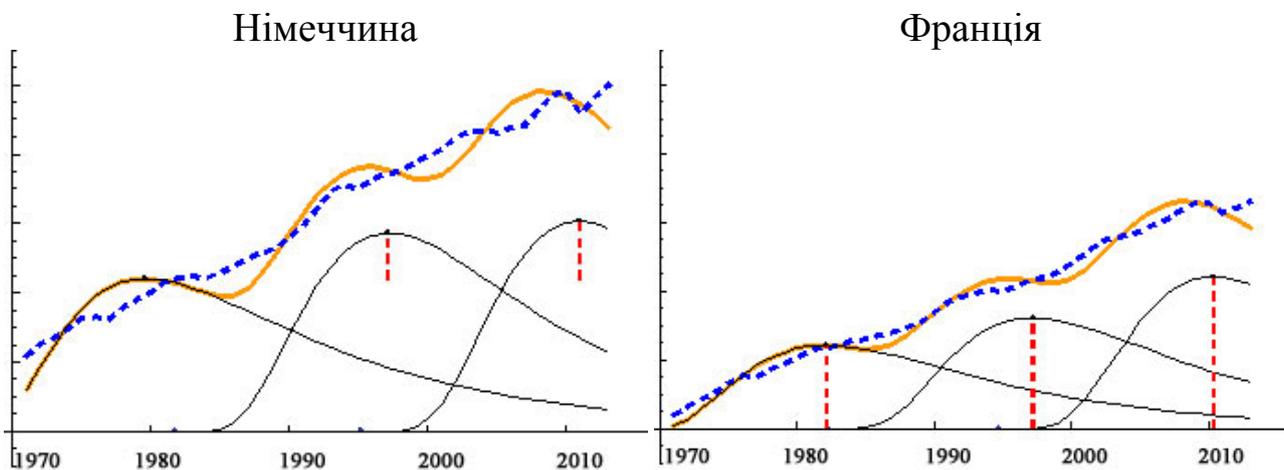


Рис. 3.11 – Динаміка макрoгенерацій Німеччини і Франції

Аналогічний аналіз був проведений і для країн наступного кластера, звідки для порівняння були обрані Польща і Україна (результати розрахунків для інших країн кластера див. у додатку 3). Для цих країн також була вирішена задача (3.16) і результати апроксимації тут виявилися навіть кращими, ніж в експерименті для кластера великих і багатих країн (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

## Параметри макрогенерацій Польщі та України

Характеристики макрогенерацій	Польща	Україна
$z$	0.052	0.009
$\tau$	1.32; 15.47; 27.18	7.10; 10.00; 30.20
$A$	4.19; 5.12; 7.91	1.84; 1.25; 0.78
$\mu$	4.00; 4.00; 4.00	4.00; 2.38; 2.55
$\sigma$	0.59; 0.44; 0.42	0.37; 0.28; 0.52
Максимальна потужність	0.19, $\tau = 12.82$	0.098, $\tau = 10.42$
	0.28, $\tau = 32.05$	0.12, $\tau = 20.04$
	0.43, $\tau = 44.08$	0.07, $\tau = 39.91$

Аналіз табл. 3.6 показує, що тільки в Польщі потужність макрогенерацій згодом збільшується (повторюючи динаміку США, Німеччини, Франції). В Україні ж потужність третьої макрогенерації значно нижче максимальної потужності попередниць (рис. 3.12).

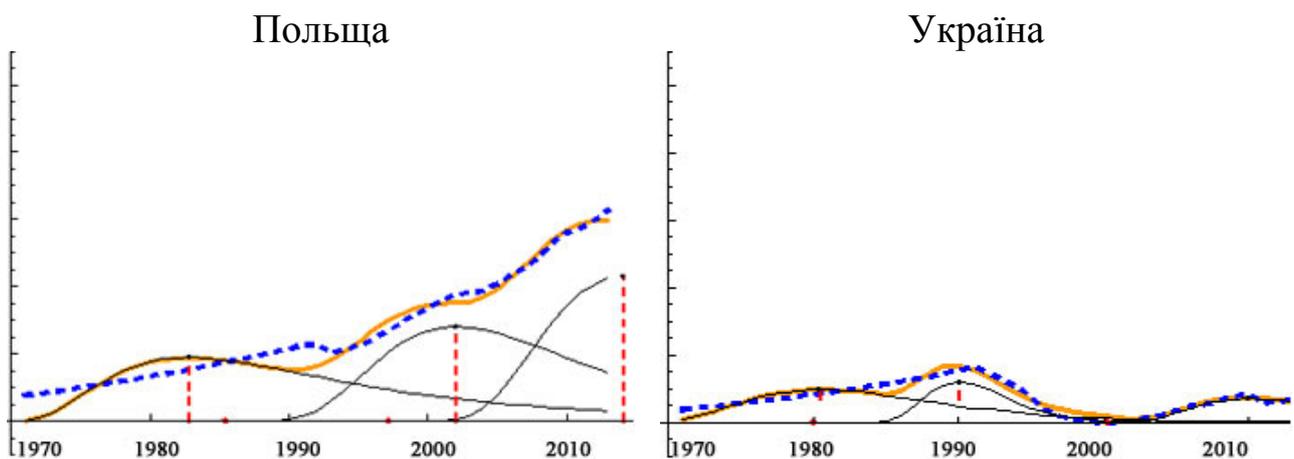


Рис. 3.12 – Динаміка макрогенерацій Польщі та України

Моменти зародження макрогенерацій у прив'язці до реального часу тут варіюються сильніше, ніж у нульовому кластері. Зокрема, в Польщі перша макрогенерація на досліджуваному інтервалі зародилася в 1968 р., друга – у 1985 р., третя – у 1996 р.; в Україні моменти зародження припадають – на 1962, 1979 і 1999 рр. відповідно. Аналіз цього параметра для інших країн (див. додаток Ж) свідчить про те, що моменти зародження МГ в більшості європейських країн практично не відрізняються від відповідних значень для США і країн нульового кластера, у той час як у країнах постсоціалістичного простору спостерігається деяке запізнювання останніх макрогенерацій (при істотному потенціалі на початку інтервалу).

Що стосується кластера невеликих країн із невисоким рівнем ВВП, з нього для порівняння були обрані Білорусь і Литва (результати розрахунків для інших країн кластера див. у додатку 3). У результаті рішення задачі (3.16) для цих країн із хорошим ступенем наближення отримані оцінки параметрів макрогенерацій, наведені у табл. 3.7.

Аналіз табл. 3.7 показує, що потужність макрогенерацій з часом росте тільки в Білорусі. У Литві потужність третьої макрогенерації не тільки значно нижча двох попередніх, більше того, її насичення відбувається раніше, ніж пік другої макрогенерації. Це говорить про катастрофічне становище в технологічному розвитку країни.

Таблиця 3.7

Параметри макрогенерацій Білорусі і Литви

Характеристики макрогенерацій	Білорусь	Литва
$z$	0.052	0.078
$\tau$	1.32; 15.47; 27.18	1.01; 20.0; 24.53
$A$	4.18; 5.12; 7.91	4.29; 7.78; 0.47
$\mu$	4.00; 4.00; 4.00	4.0; 4.0; 2.12
$\sigma$	0.59; 0.44; 0.42	0.31; 0.2; 0.2
Максимальна потужність	0.15, $\tau = 10.97$	0.22, $\tau = 17.21$
	0.22, $\tau = 22.51$	0.40, $\tau = 39.30$
	0.75, $\tau = 41.99$	0.06, $\tau = 31.54$

Динаміка макрогенерацій Білорусі та Литви наведена на рис. 3.13.

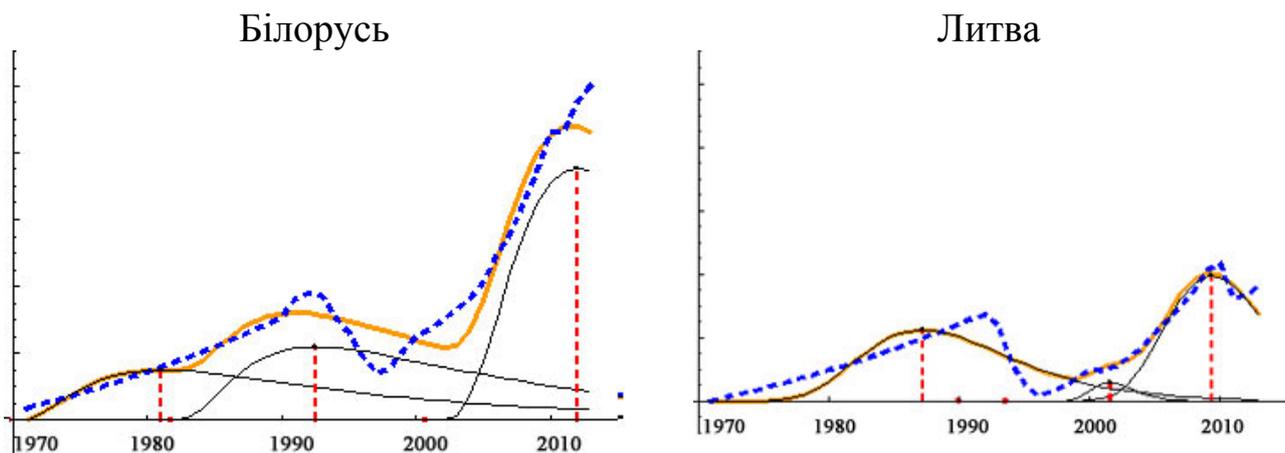


Рис. 3.13 – Динаміка макрогенерацій Білорусі та Литви

Моменти зародження макрогенерацій у даному кластері варіюються несуттєво. Зокрема, в Білорусі перша макрогенерація зароджується в 1968 р., друга – у 1985 р., третя – у 1996 р.; у Литві моменти зародження припадають на 1968, 1979 і 1993 рр. відповідно.

У цілому, порівняльний аналіз моментів зародження макророзвитку показав, що в США і країнах Західної Європи вони дуже близькі, у той час як у країнах постсоціалістичного простору спостерігається деяке запізнювання останніх макророзвитків (при істотному потенціалі перших).

Потужність макророзвитків США і країн західної Європи з часом зростає, а зміна суспільного устрою негативно відбилася на макророзвитках, що зародилися в цей період у постсоціалістичних країнах. При цьому якщо частина з них змогла успішно подолати кризу (Болгарія, Білорусь), в Україні та Литві спостерігається подальше зниження техніко-економічного потенціалу [78].

Аналізуючи динаміку виявлених макророзвитків з погляду формування інформаційної економіки, слід зазначити, що практично у всіх проаналізованих країнах процес інформатизації почався приблизно в один час (початок 1970-х рр.), і хронологічно збігся з моментом зародження третьої макророзвитку (див. рис. 3.7), однак протягом наступних сорока п'яти років країни Західної Європи та США пройшли шість стадій формування інформаційної економіки і зараз займають перші позиції за рівнем її розвитку у світі, у той час як в Україні цей процес не тільки загальмувався кризою 1990-х рр., але й практично повернувся назад в 2000-х рр., що призвело до значного відставання при хорошому початковому потенціалі, і зараз наша країна знаходиться лише на четвертій стадії розвитку інформаційної економіки.

### Література до розділу

1. Aghion P., Howitt P. A model of growth through creative destruction. NBER 1050 Massachusetts / P. Aghion, P. Howitt. – 1990.
2. Alchian A. A. Uncertainty, Evolution and Economic Theory / A. A. Alchian // Journal of Political Economy. – 1950. – V. 58, № 3. – P. 211–212.
3. Axelrod R. The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration / R. Axelrod. – Princeton : Princeton University Press, 1997.
4. Axelrod R. The Evolution of Cooperation, Basic Books / R. Axelrod. – 1984.
5. Barnett, W. A., Kirman, A. and Salmon, M., (eds), Nonlinear Dynamics in Economics. – Cambridge : Cambridge University Press, 1996.
6. Baumol W. J. Business Behavior / W. J. Baumol. – N.Y., 1959; Williamson O. The Economics of Discretionary Behavior: Managerial Objectives in the Theory of the Firm. Englewood Cliff (NJ) / O. Williamson. – 1964.

7. Berry B. J. L. Long-wave Rhythms in Economic Development and Political Behaviour / B. J. L. Berry. – Baltimore & London, 1991.
8. Bowler P. J. Grand masters, great debaters / P. J. Bowler // Nature. – 1991. – Vol. 353, Issue 6346. – P. 713.
9. Bruckner E. Nonlinear stochastic effects of substitution – an evolutionary approach / E. Bruckner, W. Ebeling, J. Montano, A. Scharnhorst // Journal of Evolutionary Economics. – 1996. – Vol. 6. – P. 1–30.
10. Coase R. The Nature of Firm / R. Coase // Econometrica. – 1937. – Vol. 4; Penrose E. T. The Theory of Growth of the Firm / E. T. Penrose. – N.Y., 1959; Cyert R. A Behavioral Theory of the Firm. Englewood (N.J.) / R. Cyert, J. March. – N.Y., 1963; Simon H. Models of Man / H. Simon. – N.Y., 1957; Theories of Decision-Making in Economics // Amer. Econ. Rev. – 1959. – Vol. 49. – P. 253–283; Administrative Behavior, 2 nd.ed. – N.Y., 1965.
11. Cowan R. Nuclear Power Reactors: A Study of Technological Lock-In / R. Cowan // Journal of Economic History. – 1990. – Vol 50. – P. 541–566.
12. Crawford V. An “evolutionary” interpretation of Van Huyck, Battalio, and Beil's experimental results on coordination / V. Crawford // Games and Economic Behavior, Elsevier. – 1991. – Vol. 3(1). – P. 25–59.
13. David P. A. Understanding the Economics of QWERTY: The Necessity of History [Electronic Resource] / P. A. David // Economic History and the Modern Economist / ed. by William N. Parker. – N.Y., Basil Blackwell, 1986. – P. 30–49. – Way of access : <http://www.stanford.edu/group/mmdd/SiliconValley/David/QWERTY.html>
14. Davidson P. Reality and Economic Theory / P. Davidson // Journal of Post Keynesian Economics. – 1996. – Vol. 18, № 4. – P. 479–508.
15. Dobzhansky T. Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution / T. Dobzhansky // The American Biology Teacher. – 1973. – № 35. – P. 125–129.
16. Doolittle W. F., Sapienza C. Selfish Genes, the Phenotype Paradigm and Genome Evolution / Doolittle W. F., Sapienza C. / Nature 284. – 1980. – P. 601–603.
17. Dosi G., Kaniovski Y. On “badly behaved” dynamics (Some applications of generalized urn schemes to technological and economic change) / G. Dosi, Y. Kaniovski // Journal of Evolutionary Economics. – 1994. – № 4(2). – P. 93–123.
18. Epstein J. Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up / J. Epstein, R. Axtell. – Cambridge, MA: The MIT Press, 1996.
19. Fisher R. A. The Genetical Theory of Natural Selection. Clarendon / R. A. Fisher. – 1930.
20. Fixed Assets and Durable goods [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.bea.gov/Index.htm> U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis

21. Forrester J. W. *World dynamics* / J. W. Forrester. – Cambridge : Wright-Allen Press, 1972.
22. Foster D., Young P. *Stochastic Evolutionary Game Dynamics* / D. Foster, P. Young // *Theoretical Population Biology*. – 1990.
23. Friedman M. *Monetary Trends in the United States and the United Kingdom. Their Relations to Income, Prices and Interest Rates, 1869–1975* / M. Friedman, A. J. Schwartz. – Chicago-London, 1982.
24. *Gross Domestic Product in Current and Chained (2005) Dollars*. Source: U.S. Bureau of Economic Analysis, *Survey of Current Business*, April 2010 [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.bea.gov/National/Index.htm>
25. *Gross Domestic Product in Current and Chained Dollars* [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.census.gov/compendia/statab/2011/tables/11s0666.xls>
26. Hanski J. *Population oscillations of boreal rodents: regulation by mustelids predators leads to chaos* / J. Hanski, P. Turchin, E. Kerpinaki, H. Henttonen // *Nature*. – 1993. – V. 364, №6434. – P. 232–235.
27. Hofbauer J. *The Theory of Evolution and Dynamical Systems* / J. Hofbauer, K. Sigmund // Cambridge University Press. – 1988.
28. Jorgensen S. E. *Lake management* / S. E. Jorgensen. – Oxford, 1980.
29. Kaldor N. *Economics without Equilibrium* / Cardiff: University College Cardiff Press. – 1985.
30. Kitchin J. *Cycles and Trends in Economic Factors* / J. Kitchin // *Review of Economic Statistics*. – 1923. – January.
31. Kohonen T. *Self-Organizing Maps (Third Extended Edition)* / T. Kohonen. – New York, 2001. – 501 p.
32. Kwasnicki W. *Knowledge, Innovation and Economy. An Evolutionary Exploration* / W. Kwasnicki. – Aldershot : Edward Elgar, 1996.
33. Kwasnicki W., Kwasnicka H. *Market, innovation, competition: An evolutionary model of industrial dynamics* / W. Kwasnicki, H. Kwasnicka // *Journal of Economic Behavior & Organization*, Elsevier. – 1992. – Vol. 19(3). – P. 343–368.
34. *Labor Force Statistics from the Current Population Survey*, Bureau of labor statistics [Electronic Resource]. – Way of access : <http://data.bls.gov/cgi-bin/surveymost>
35. Lucas R. E. *Understanding Business cycles* / R. E. Lucas // *Stabilisation of the domestic and international economy* / ed by. A. H. Meltser. – Amsterdam, 1977.
36. Mayr E. *Animal Species and Evolution* / E. Mayr. – Cambridge : Harvard University Press, 1963.

37. Metcalfe J. S. Evolution and Economic Change / J. S. Metcalfe ; in (ed.) Silberston A. // Technology and Economic Progress. – London, 1988.
38. Metcalfe J. S. The Economics of Evolution and the Economics of Technology Policy / J. S. Metcalfe // Economic Journal. – 1994. – Vol. 104. – P. 931–944.
39. Murray J. D. Mathematical Biology I: An Introduction. Springer-Verlag / J. D. Murray. – 2003.
40. Nelson R. R., Winter S. G. An Evolutionary Theory of Economic Change / R. R. Nelson, S. G. Winter. – Cambridge, 1982.
41. Orgel L. E. Selfish DNA: The Ultimate Parasite / Nature 284. – 1980. – P. 604–607.
42. Polterovich V. Schumpeterian Dynamics as a Nonlinear Wave Theory / V. Polterovich, G. Henkin // Journal of Mathematical Economics. – 1991.
43. Renshaw E. Modelling biological population in space and time / E. Renshaw. – Cambridge : Cambridge Univ. Press, 1991.
44. Saviotti P. Competition, Variety and Technological Evolution: A Replicator Dynamics Model / P. Saviotti, G. Mani // Journal of Evolutionary Economics, Springer. – 1995. – Vol. 5(4). – P. 369–92.
45. Schaffer W. M. Do strange attractors govern ecological systems? / W. M. Schaffer, M. Kot // BioScience. – 1985. – V. 35. – P. 342–350.
46. Schumpeter J. Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical analysis. 2 vols. / J. Schumpeter. – N.Y., 1939.
47. Silverberg G. Evolutionary theorizing on economic growth The Evolutionary Foundations of Economics / G. Silverberg, B. Verspagen ; ed. K. Dopfer // Cambridge University Press. – 2005. – P. 502–533.
48. Silverberg G. Growth Fluctuations in an Evolutionary Model of Creative Destruction / G. Silverberg, D. Lehnert // The Economics of Growth and Technical Change / ed.by G. Silverberg nad L. Soete. – Cornwall, 1994.
49. Silverberg G. Innovation, diversity and diffusion: a self-organisation model / G. Silverberg, G. Dosi, L. Orsenigo // The Economic Journal. – 1988. – P. 1032–1054.
50. Silverberg G. Lehnert D. Growth Fluctuations in an Evolutionary Model of Creative Destruction. The Economics of Growth and Technical Change / G. Silverberg ; ed. by G. Silverberg, L. Soete. – Cornwall, 1994.
51. Simpson G. G. Tempo and Mode in Evolution / G. G. Simpson. – New York : Columbia University Press, 1983.
52. The International Macroeconomic Data Set [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.ers.usda.gov/data-products/international-macroeconomic-data-set.aspx>
53. Veblen T. Why is Economics Not an Evolutionary Science / T. Veblen // The Quarterly Journal of Economics. – Vol. 12. – 1898.

54. Vries de P. Simulation of plant growth and crop production / Vries de P. – Wageningen, 1982.
55. Weidlich W. The master equation approach to nonlinear economics. Evolution in market and institutions / W. Weidlich, M. Braun. – Heidelberg [u.a.] : Physica-Verl., 1993. – P. 85–117.
56. Wit C. T. Simulation of assimilation, respiration, and transpiration of crops / C. T. Wit. – Wageningen, 1978.
57. Witt U. Explaining process and change: approaches to evolutionary economics / U. Witt. – Ann Arbor : University of Michigan Press, 1992.
58. Young P. Cost Allocation, Demand Revelation, and Core Implementation // Mathematical Social Sciences. – 36. – 1998. – P. 213–228.
59. Автономов В. С. Модель человека в экономической науке / В. С. Автономов. – СПб. : Экономическая школа, 1998. – С. 83.
60. Блауг М. Мальтус, Томас Роберт // 100 великих экономистов до Кейнса. – СПб. : Экономикс, 2008.
61. Бондаренко Н. Ф. Моделирование продуктивности агро-экосистем / Н. Ф. Бондаренко. – Л., 1982.
62. Бруннер К. Представление о человеке и концепция социума : два подхода к пониманию общества / К. Бруннер. – М. : Издательство ГУ-ВШЭ, 1993.
63. Веблен Т. Теория праздного класса / Т. Веблен. – М., 1984.
64. Геец В. М. Нестабильность и экономический рост / В. М. Геец. – М. : Институт экономического прогнозирования, 2000. – 344 с.
65. Глазьев С. Ю. Обучение рынку / С. Ю. Глазьев. – М. : Экономика, 2004.
66. Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / С. Ю. Глазьев. – М. : ВладДар, 1993.
67. Горстко А. Б. Методы управления эколого-экономическими / А. Б. Горстко, Ю. А. Домбровский, Ф. А. Сурков. – М., 1985.
68. Гриценко А. А. Институциональная архитектура и динамика экономических преобразований / под ред. А. А. Гриценко. – Х. : Форт, 2008. – 928 с.
69. Даль В. И. Толковый словарь живого великорусского языка : Т. 1–4 / В. И. Даль. – М. : Русс. яз., 1991.
70. Данич В. Н. Моделирование быстрых социально-экономических процессов : монография / В. Н. Данич. – Луганск : Изд-во Восточно-украинского национального университета им. В. Даля, 2004. – 304 с.
71. Дарвин Ч. Происхождение видов путём естественного отбора или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь / Ч. Дарвин ; перевод с шестого издания (Лондон, 1872). – СПб. : Наука, 1991.

72. Докинз Р. Эгоистичный ген / Р. Докинз ; пер. с англ. – М. : Мир, 1993.
73. Ефремова Т. Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный / Т. Ф. Ефремова. – М. : Русский язык, 2000.
74. Заславский Б. Г. Управление экологическими системами / Б. Г. Заславский, Р. А. Полуэктов. – М., 1988.
75. История биологии с древнейших времён до наших дней / под ред. С. Р. Микулинского. – Наука, 1972. – С. 118.
76. Ковальченко И. Д. Методы исторического исследования / И. Д. Ковальченко. – Изд. 2-е. – М. : Наука, 2003.
77. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. Избранные труды / Н. Д. Кондратьев, Ю. В. Яковец, Л. И. Абалкин. – М.: Экономика, 2002.
78. Кононова К. Ю. Моделирование динамики макрогенераций / К. Ю. Кононова // Бизнес информ. – 2012. – № 4. – С. 38–41.
79. Кононова К. Ю. Моделирование макроэкономических процессов с позиций эволюционной экономики / К. Ю. Кононова // Бизнес информ. – 2009. – № 3. – С. 91–94.
80. Коротаев А. В. Социальная эволюция: факторы, закономерности, тенденции / А. В. Коротаев. – Москва : Восточная литература, 2003.
81. Кузьменко В. П. Теория экономических циклов и глобальный финансовый кризис: Институт эволюционной экономики [Электронный ресурс] / В. П. Кузьменко. – Режим доступа : <http://iee.org.ua/ru-publication/146/>
82. Кунин Е. В. «Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции» / Е. В. Кунин. – М., ЗАО «Издательство Центрполиграф», 2014.
83. Маевский В. И. Введение в эволюционную макроэкономику / В. И. Маевский // Российская Академия Наук. Институт экономики. Центр эволюционной экономики. – М. : Япония сегодня, 2008.
84. Маевский В. И. Эволюционная макроэкономическая теория // Институциональная экономика : учеб. пособие / В. И. Маевский ; под рук. акад. Д. С. Львова. – М. : ИНФРА-М, 2001. – С. 291.
85. Маевский В. И. Эволюционная теория и неравновесные процессы (на примере экономики США) / В. И. Маевский // Экономическая наука современной России. – М., 1999. – № 4. – С. 45–62.
86. Макаров В. Л. Эволюционная экономика: некоторые фрагменты теории / В. Л. Макаров // Эволюционный подход и проблемы переходной экономики. – М. : ИЭ РАН, 1995. – С. 109–121.
87. Медоуз Д. Х. За пределами роста / Д. Х. Медоуз, Д. Л. Медоуз, Й. Рандерс. – М., Прогресс, 1994.

88. Менгер К. Исследования о методах социальных наук и политической экономии в особенности / К. Менгер. – СПб., 1894.
89. Меншуткин В. В. Математическое моделирование популяций и сообществ водных животных / В. В. Меншуткин. – Л., 1971.
90. Меркулова Т. В. Эволюционные процессы в экономике: моделирование динамики макрогенераций / Т. В. Меркулова, Е. Ю. Кононова // Моделирование социально-экономических систем: теория и практика : монография / под ред. В. С. Пономаренко, Т. С. Клебановой, Н. А. Кизима. – Х. : ФЛМ Александра К. М.; ИД «ИНЖЭК», 2012. – С. 79–90.
91. Монин А. С., Питербарг Л. И. Предсказуемость погоды и климата / А. С. Монин, Л. И. Питербарг // Пределы предсказуемости. – М. : ЦентрКом, 1997. – С. 12–49.
92. Нейман Дж. фон. Теория самовоспроизводящихся автоматов / Дж. фон Нейман ; пер. с англ. – М. : Мир, 1971.
93. Нельсон Р. Р. Эволюционная теория экономических изменений / Р. Р. Нельсон, С. Дж. Уинтер. – М. : Дело, 2002.
94. Ожегов С. И. Толковый словарь русского языка: 80 000 слов и фразеологических выражений / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова ; Российская академия наук. Институт русского языка им. В. В. Виноградова. – 4-е изд., доп. – М. : Азбуковник, 1999.
95. Полтерович В. М. Экономическое равновесие и хозяйственный механизм / В. М. Полтерович. – М. : Наука, 1990.
96. Пределы предсказуемости / ред. Ю. А. Кравцов. – М. : ЦентрКом, 1997.
97. Ризниченко Г. Ю. Математические модели биологических продукционных процессов / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. – М., Изд. МГУ, 1993. – 301 с.
98. Роббинс Л. Предмет экономической науки / Л. Роббинс. – 1993. – Т.1, вып. 1. – С. 18.
99. Розмаинский И. В. Ограниченность методологического индивидуализма, общественная идеология и динамика инвестиций в России / И. В. Розмаинский // Вестник СПбГУ. Сер. 5 (Экономика). – 2001. – № 5, вып. 1. – С. 133–138.
100. Розмаинский И. В., Холодилин К. А. История экономического анализа на Западе. Directmedia. – 2013.
101. Розмаинский Я. О методологических основаниях мейнстрима и гетеродоксии в экономической теории [Электронный ресурс] / Я. Розмаинский. – Режим доступа : <http://institutiones.com/theories/1073-ometodoligicheskikh-osnovaniyah-mejnstrima-i-geterodoksii-v-ekonomicheskoy-teorii.html>

102. Сильверберг Д. Моделирование экономических процессов в экономике / Д. Сильверберг // Вестник молодых ученых. – 2000. – № 6. – С. 76–85.
103. Словарь иностранных слов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.inslov.ru/html-komlev/6/6vol7ci8.html>
104. Сорокин П. А. Человек. Цивилизация. Общество / П. А. Сорокин ; общ. ред., сост. и предисл. А. Ю. Согомонов : пер. с англ. – М. : Политиздат, 1992.
105. Спенсер Г. Основные начала. – СПб. : Издание Л. Ф. Пантелеева, 1897.
106. Торнли Дж. Математические модели в физиологии растений / Дж. Торнли. – Киев, 1982.
107. Туган-Барановский М. И. Периодические промышленные кризисы / М. И. Туган-Барановский. – СПб., 1914.
108. Тутубалин В. Н. Математическое моделирование в экологии: Историко-методологический анализ / В. Н. Тутубалин, Ю. М. Барабашева, А. А. Григорян и др. – М. : Языки русской культуры, 1999.
109. Ушаков Д. Н. Орфографический словарь русского языка / Д. Н. Ушаков. – М. : Учпедгиз, 1937.
110. Франс Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Дж. Торнли. – М., 1987.
111. Хайек Ф. А. Пагубная самонадеянность. Ошибки социализма / Ф. А. Хайек. – М., 1992.
112. Харрис Л. Денежная теория / Л. Харрис. – М. : Прогресс, 1990. – С. 435.
113. Хокинг С. Высший замысел / С. Хокинг, Л. Млодинов. – Амфора, 2012. – 208 с.
114. Чухно А. А. Інституціонально-інформаційна економіка : підручник / А. А. Чухно, П. М. Леоненко, П. І. Юхименко ; за ред. акад. НАН України А. А. Чухна. – К. : Знання, 2010. – 687 с.
115. Чухно А. Модернизация экономики и экономическая теория / А. Чухно // Вопросы политической экономии. – 2012. – № 4 (5). – С. 5–18.
116. Шноль С. Э. Герои, злодеи, конформисты российской науки / С. Э. Шноль. – 2-е изд., доп. – М. : Крон-пресс, 2001.
117. Шредингер Э. Что такое жизнь? Физический аспект живой клетки / Э. Шредингер ; пер. с англ. – 2-е изд. – Ижевск : РХД, 2002.
118. Шумпетер Й. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия / Й. Шумпетер ; предисл. В. С. Автономова. – М. : ЭКСМО, 2007.
119. Экологические системы. Адаптивная оценка и управление / под ред. Э. Холлинга. – М., 1981.

## РОЗДІЛ 4

### МУЛЬТИАГЕНТНИЙ ПІДХІД У МОДЕЛЮВАННІ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕВОЛЮЦІЇ

#### 4.1. Допущення мультиагентної моделі еволюції популяції економічних агентів

Для моделювання еволюції популяції економічних агентів на мікро-рівні скористаємося інструментарієм шумпетеріанської школи, у межах якої запропонована концепція повторюваних структурних зрушень («шторми творчого руйнування»), за якими слідує хвиля розвитку і швидкого зростання. Шторми творчого руйнування виникають завдяки підприємцям-новаторам, які впроваджують нові продуктивні і торгові комбінації для того, щоб витягти прибуток за рахунок тимчасового монопольного становища [72]. На думку Нельсона і Вінтера, розвиток найбільш конкурентоспроможних господарюючих суб'єктів відбувається за рахунок витіснення з економічного простору інших членів популяції. Процес економічного природного відбору формує певний «організаційний генотип» – властивості і характеристики господарюючих суб'єктів, що дозволяють їм виживати і розвиватися в мінливих умовах зовнішнього середовища, і рутини – стандартизовані правила прийняття рішень і здійснення діяльності [66]. Згідно з еволюціоністами-шумпетеріанцями, у взаємодії процедур пошуку інновацій з механізмами «природного відбору» відбувається формування траєкторії техніко-економічного розвитку. При цьому характер виживання і зростання популяції господарюючих суб'єктів в умовах мінливого економічного середовища визначає динаміку макроекономічних показників [66].

Для моделювання таких процесів дедалі популярнішим стає мультиагентний підхід, у межах якого можливе дослідження поведінки децентралізованих агентів, що локально взаємодіють між собою, а також глобальної динаміки системи в цілому як результату індивідуальної активності агентів<sup>96</sup>. Сьогодні мультиагентні системи широко використо-

---

<sup>96</sup> На відміну від системної динаміки аналітик визначає поведінку агентів на індивідуальному рівні, а глобальна поведінка виникає як результат діяльності безлічі агентів (моделювання «знизу вгору»).

вуються для автоматизації діяльності підприємств (у логістиці, торгівлі, управлінні організаційними структурами), вирішення муніципальних завдань (у проектуванні систем міського транспорту, служб житлово-комунального господарства), на рівні країни в цілому (розроблені моделі міжнародних відносин, військових дій) [13, 24, 38, 50, 67].

С. Рассел і П. Норвіг визначають агента як «сутність, яка знаходиться в деякому середовищі, сприймає його за допомогою сенсорів, отримуючи дані, які відображають події, що відбуваються в середовищі, інтерпретує ці дані і діє на середовище за допомогою ефекторів<sup>97</sup>» [69].

За ознакою інтелектуальності В. Тарасов [70] виділяє два класи агентів:

1) когнітивні (володіють уявленням про зовнішній світ і діють на основі його аналізу);

2) реактивні (діючі на основі закладених у них правил).

Ці типи агентів породжують два типи мультиагентних систем:

1) розподілений штучний інтелект – системи, що містять невелике число когнітивних агентів;

2) штучне життя – системи, що містять безліч реактивних агентів.

Агенти в системах першої групи являють собою складні програмні комплекси, розподіл завдань між якими, їх спілкування між собою і взаємодія з середовищем забезпечується на рівні системи в цілому.

Системи другого типу побудовані з використанням великої кількості «простих» за своєю внутрішньою структурою агентів, поведінка яких задається реактивними правилами. Незаперечною перевагою систем такого типу є можливість виникнення самоорганізації і складної поведінки системи («ройовий інтелект»), навіть в умовах, коли стратегія поведінки кожного окремого агента відносно проста [70].

Для цілей даного дослідження будуть використовуватися системи типу «штучне життя», у яких агенти володіють такими характеристиками:

1) автономність: агенти незалежні (щонайменше, частково);

2) взаємозамінність: агенти не унікальні з точки зору виконуваних функцій, здатні народжуватися і вмирати, заміщаючи один одного в процесі еволюції системи;

3) обмежена обізнаність: жоден з агентів не має уявлення про всю систему в цілому, так само як і про характеристики всіх інших агентів;

4) реактивність: поведінка агентів задається набором правил, які мають імовірнісний характер, що імітує контринтуїтивність;

<sup>97</sup> Сенсори й ефектори можуть бути визначені явно (наприклад, якщо агент представлений роботом), а можуть тільки матися на увазі. Те ж саме стосується і внутрішнього устрою агента. Уявлення, цілі і логіка можуть бути задані як безпосередньо, так і опосередковано, наприклад, через алгоритм поведінки агента залежно від одержуваних сенсорами та аналізованих параметрів середовища, а також відомостей від інших агентів.

5) децентралізація: не існує агентів, які керують усією системою в цілому.

У рамках дослідження під економічним агентом будемо розуміти суб'єкта економічних відносин, який бере участь у виробництві, розподілі, обміні та споживанні економічних благ.

Економічний геном визначимо як сукупність технологій (організаційних, технічних та ін.), що використовуються економічним агентом. Тут слід зазначити, що, як і в біології<sup>98</sup>, одиницю економічного генома виділити досить складно, окремим геном можна вважати як одну технологію, так і їх сукупність (наприклад, виробничих, організаційних, фінансових).

Будемо вважати, що популяція економічних агентів являє собою відокремлену сукупність агентів одного виду, які мають загальний генофонд і здатні до відтворення.

Тоді, керуючись результатами досліджень економістів-еволюціоністів – Шумпетера [72], Нельсона і Вінтера [66], Маєвського [64], – сформулюємо такі допущення моделі взаємодії економічних агентів:

1. Щодо характеристик і життєвого циклу економічних агентів:

а) Агенти описуються своїми виробничим функціями.

Таке припущення робилося в моделях багатьох еволюціоністів (наприклад, Сільверберга [42], Квасницького [21], Вега-Редондо, тих же Нельсона і Вінтера), оскільки дозволяло формалізувати облік технологічного фактора, що становить основу розвитку.

б) Успішний економічний агент може породити нащадка. При цьому предок передає нащадку технологію і частину факторів виробництва.

с) Неефективні агенти вимирають.

д) Поінформованість агентів обмежена радіусом взаємодії – числом агентів, про яких даний має інформацію. Радіус зростає в міру технологічного прогресу агента.

е) Раціональність агентів обмежена в тому сенсі, що ймовірності прийняття рішення про покупку кращої (порівняно з власною) технології відмінні від одиниці.

2. Щодо технологічних мутацій:

а) Джерелом інновацій та технологічного зростання є діяльність підприємців, які мають ресурси для інвестування у фундаментальні та прикладні наукові дослідження. Згідно з оцінками Директорату з науки, технологій та інновацій ОЕСР [36], частка інноваторів в середньому становить 15 % від загального числа агентів<sup>99</sup> (табл. 4.1).

<sup>98</sup> Наприклад, Р. Докінз визначає ген не як якусь жорстку структуру, а як одиницю, створену для зручності, – ділянку хромосоми, що самокопіюється з достатньою точністю, щоб служити життєздатною одиницею природного відбору [57].

<sup>99</sup> Для оцінки використовувалося середнє значення за стовпцем «Фірми-інноватори» табл. 4.1.

Таблиця 4.1

## Основні науково-технологічні індикатори [36]

Країна	GERD <sup>100</sup> (% від ВВП)	BERD <sup>101</sup> (% від ВВП)	Венчурний капітал (% від ВВП)	Фірми-інноватори (% від загальної кількості)	Патенти (на млн чол.)	Наукові статті (на млн чол.)	Наукові співробітники (на тис. зайнятих)
Австралія	1.97	1.22	0.13	9.56	14.63	1447.60	8.48
Австрія	2.68	1.89	0.03	23.01	51.66	973.34	8.39
Бельгія	1.92	1.32	0.10	21.59	38.63	1110.36	8.16
Бразилія	1.09	0.50		3.56	0.34	141.37	1.48
Велика Британія	1.77	1.10	0.20	12.03	27.01	1249.93	7.98
Угорщина	1.00	0.53	0.05	6.21	4.86	458.96	4.50
Германія	2.64	1.85	0.09	19.02	73.40	819.98	7.48
Греція	0.58	0.16	0.01	20.23	1.20	902.16	4.43
Данія	2.72	1.91	0.16	15.84	60.47	1359.22	10.49
Ірландія	1.43	0.93	0.13	19.26	18.74	1064.63	6.40
Ісландія	2.65	1.45		27.30	11.65	1178.51	12.92
Іспанія	1.35	0.74	0.13	6.14	5.13	790.59	6.39
Італія	1.19	0.60	0.04	10.22	12.46	742.79	3.81
Китай	1.54	1.12		14.64	0.39	156.23	2.06
Люксембург	1.62	1.32		28.54	48.67	384.93	6.54
Мексика	0.37	0.18		13.00	0.14	73.35	0.88
Нідерланди	1.75	0.89	0.10	17.07	65.67	1330.51	5.79
Нова Зеландія	1.21	0.51		17.56	10.79	1329.52	10.76
Норвегія	1.62	0.87	0.16	14.16	25.08	1356.10	9.94
Польща	0.61	0.19	0.02	7.53	0.59	410.57	3.93
Португалія	1.51	0.76	0.03	12.29	0.89	668.07	7.88
Словаччина	0.47	0.20		9.36	0.68	457.21	5.63
Словенія	1.66	1.07		17.90	9.35	1232.77	7.06
Туреччина	0.73	0.32		18.70	0.25	271.57	2.40
Фінляндія	3.73	2.77	0.24	22.97	63.87	1573.30	16.19
Франція	2.02	1.27	0.13	12.57	37.90	799.55	8.39
Чехія	1.47	0.91	0.12	13.60	2.24	714.55	5.63
Чилі	0.67	0.31		11.50	0.36	185.02	3.20
Швеція	3.75	2.78	0.21	22.85	88.33	1557.53	10.58
Естонія	1.14	0.50		15.81	4.47	668.30	5.40
Південна Африка	0.92	0.53		21.10	0.56	109.86	1.46
Японія	3.42	2.69		8.20	110.62	635.13	10.64

<sup>100</sup> Gross expenditure on R&D – загальні видатки на НДДКР.<sup>101</sup> Business enterprise expenditure on R&D – видатки приватних компаній на НДДКР.

Підприємці-інноватори витрачають частину свого капіталу на НДДКР, частка цих витрат у середньому становить 10 %. Це допущення також засновано на аналізі основних науково-технологічних індикаторів, які оцінюються Директоратом з науки, технологій та інновацій ОЕСР (табл. 4.1).

б) Технологічний параметр агентів-новаторів схильний до випадкових мутацій, варіативність яких пропорційна вкладенням. При цьому зміни можуть бути як в кращий, так і в гірший бік<sup>102</sup>.

с) У результаті впровадження інновації продуктивність факторів зростає виключно за рахунок зміни технологічного параметра, а отже еластичність випуску за капіталом повинна бути скоригована з урахуванням витрат агента на інновацію.

3. Відносно дифузії інновацій:

а) Агент має можливість придбати і використовувати технологію одного з сусідів.

б) Вартість технології пропорційна технологічному розриву між покупцем і продавцем.

с) При покупці технології успадковується технологічний параметр продавця.

Перейдемо до формалізації припущень моделі.

1. Характеристики і життєвий цикл економічних агентів:

а) Як виробничу функцію агента будемо використовувати лінійно-однорідну ВФ Кобба–Дугласа (ВФКД) такого вигляду:

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}, \quad (4.1)$$

де  $Y$  – продукт агента,

$K$  – капітал агента,

$L$  – трудові ресурси агента,

$\alpha$  – коефіцієнт еластичності капіталу,

$A$  – технологічний коефіцієнт.

Початкові значення параметрів виробничих функцій економічних агентів будемо задавати як рівномірно розподілені випадкові величини в таких діапазонах:

$$\alpha \in [0; 1], A \in [0; 3], K \in [0; 1000], L \in [0; 1000]. \quad (4.2)$$

б) Успішність агента вимірюється рівнем його капіталу, який повинен досягти заданої межі, для того щоб агент мав можливість породити нащадка:

<sup>102</sup> Згідно з Коротаєвим, якщо випадкова мутація збільшує пристосованість, вона буде поширюватися з більшою ймовірністю [62].

$$K \geq K_{\max}, \quad (4.3)$$

де  $K_{\max}$  – верхнє граничне значення капіталу (параметр, що задається екзогенно і відповідає за тиск позитивного відбору).

Імовірність того, що агент породить нащадка, пропорційна відхиленню накопиченого капіталу від граничного значення:

$$p = \frac{K - K_{\max}}{K_{\max}}. \quad (4.4)$$

Предок передає нащадку технологію і частину факторів виробництва:

$$K_a = k_{rep} \times K, K_d = (1 - k_{rep})K, k_{rep} \in [0;1], \quad (4.5)$$

де  $K_a$  і  $K_d$  – капітали пращура і нащадка відповідно,

$k_{rep}$  – частка факторів, що передається від пращура до нащадка.

с) Для оцінки ефективності агента використовується нижнє граничне значення капіталу. Агенти, чий капітал досяг нижнього порогу, вимирають:

$$K \leq K_{\min}, \quad (4.6)$$

де  $K_{\min}$  – нижнє граничне значення капіталу (параметр, що задається екзогенно, який відповідає за тиск негативного відбору).

д) Радіус взаємодії (число агентів, про яких даний має інформацію і може взаємодіяти) пропорційний рівню технологічного розвитку агента:

$$in_{radius} = r \times A. \quad (4.7)$$

## 2. Технологічні мутації:

а) Щоб стати підприємцем, агент повинен мати в розпорядженні капітал, що перевищує верхнє граничне значення (4.3). Серед агентів, які задовольняють цій умові, у середньому 15% стають інноваторами,  $p_i = norm(0.15, 0.05)$ .

б) Технологічний параметр інноваторів – випадкова величина, розподілена за нормальним законом із середнім, рівним поточному значенню і стандартним відхиленням, пропорційним інвестиціям:

$$A = norm(A, k \times K). \quad (4.8)$$

де  $k$  – частка витрат на інновації, нормально розподілена випадкова величина,  $k = norm(0.1, 0.05)$ .

с) Оскільки для нас важливо, що в результаті успішної інновації<sup>103</sup> продуктивність праці  $l = \frac{Y}{L} = A \left( \frac{K}{L} \right)^\alpha$  росте тільки за рахунок технологічного коефіцієнта ( $A$ ), і не схильна до впливу зміни капіталу, то еластичність капіталу в результаті вкладення в інновацію перераховується таким чином:

$$\left( \frac{K_0}{L} \right)^{\alpha_0} = \left( \frac{K_1}{L} \right)^{\alpha_1} \Rightarrow \alpha_1 = \alpha_0 \log \frac{K_1}{L} \left( \frac{K_0}{L} \right), \quad (4.9)$$

де  $K_0$  та  $K_1$  – капітал агента до і після інвестування,

$\alpha_0$  та  $\alpha_1$  – еластичність капіталу агента до і після інвестування.

3. Дифузія інновацій:

а) Ймовірність придбання технології одного з сусідів пропорційна відносному технологічному розриву між покупцем і продавцем:

$$p_{ij} = \max_i \left\{ \frac{A_i - A_j}{A_j}, 0 \right\}, \quad (4.10)$$

де  $p_{ij}$  – імовірність покупки,

$A_i$  та  $A_j$  – технологічні параметри продавця і покупця відповідно.

б) Після перепродажу технології капіталі покупця і продавця перераховуються таким чином:

$$\begin{aligned} K_j^* &= K_j - price \times (A_i - A_j) \\ K_i^* &= K_i + price \times (A_i - A_j) \end{aligned}, \quad (4.11)$$

де  $price$  – екзогенно заданий параметр, питома ціна технології;

$i$  та  $j$  – індекси продавця і покупця відповідно.

с) Покупець успадковує технологічний параметр продавця:

$$A_j^* = A_i. \quad (4.12)$$

Алгоритм роботи моделі, побудованої на основі перерахованих вище припущень, наведено на рис. 4.1.

<sup>103</sup> Успішною будемо вважати інновацію, яка супроводжується ростом параметра  $A$ .

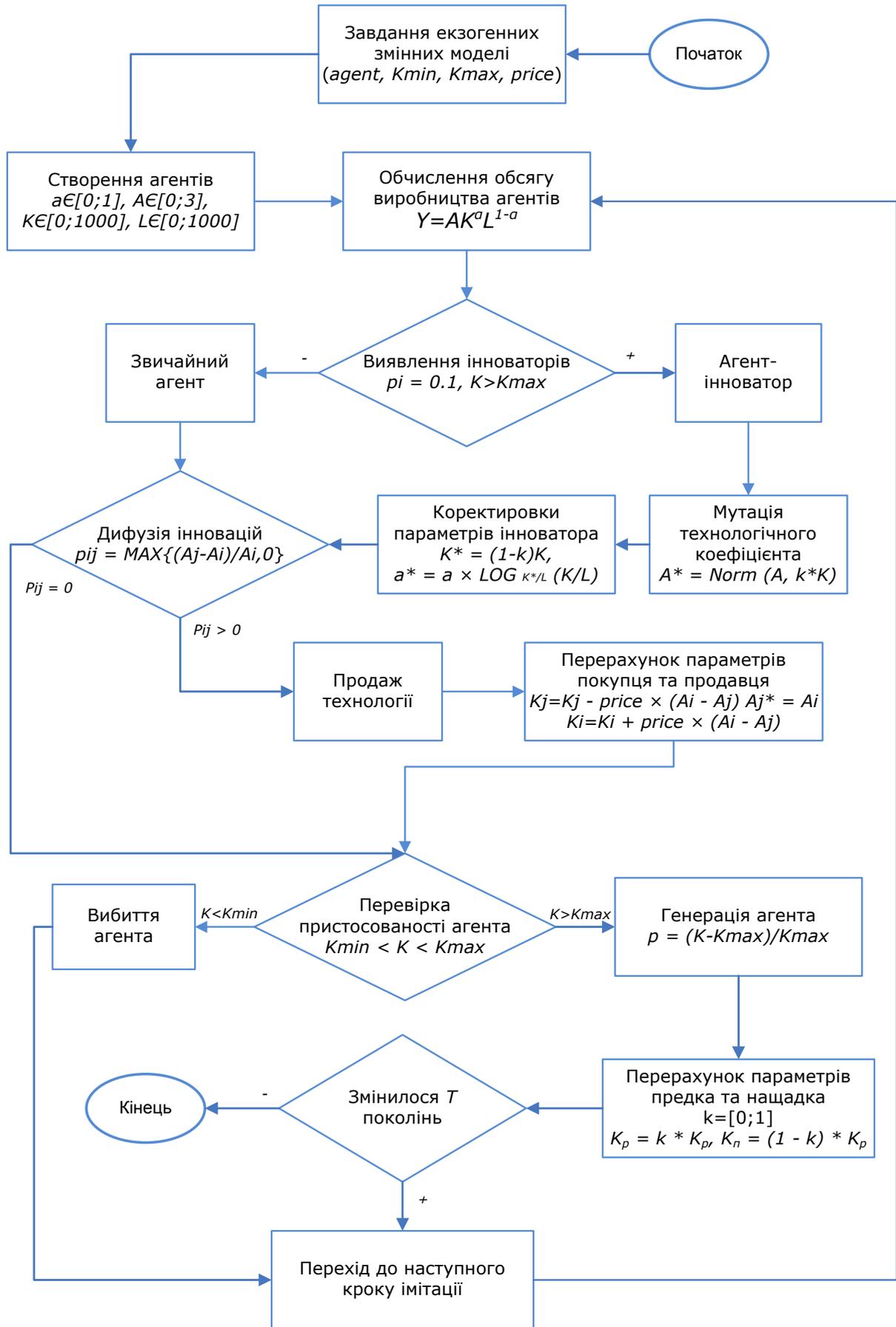


Рис. 4.1 – Алгоритм роботи еволюційної моделі взаємодії економічних агентів

У результаті експериментування з моделлю (4.1)–(4.12) передбачається перевірити набір гіпотез, які складають концепцію еволюції популяції економічних агентів. Гіпотези були сформульовані на основі принципів, висунутих у рамках постсинтетичної теорії еволюції [63], і уточнені з погляду методологічних розробок шумпетеріанської школи еволюціонізму:

1. Гіпотеза мінливості: основним джерелом мінливості<sup>104</sup> є інновації, які мають випадковий характер і не завжди є вдалими (економічно ефективними).

2. Гіпотеза адаптаціонізму: домінуючими в економічній еволюції є нейтральні процеси в поєднанні з очищаючим відбором (банкрутство), а позитивний відбір (спрямований на максимізацію прибутку) є важливим, але не першорядним чинником економічної еволюції. Також важливу роль відіграє прямий вплив сигналів навколишнього середовища на економічний геном<sup>105</sup>.

3. Гіпотеза прогресу: економічна еволюція – незворотний процес наростання складності, різноманіття та продуктивності виробництва за рахунок періодично повторюваної зміни технологій, продуктів, організацій та інститутів<sup>106</sup>.

4. Гіпотеза слабкого градуалізму: економічна еволюція відбувається як шляхом накопичення малих змін (з огляду на безперервне вдосконалення технологій), так і за рахунок впровадження великих інновацій, що спричиняють шумпетеріанські «шторми творчого руйнування»<sup>107</sup>.

5. Гіпотеза уніформізму: еволюційний процес – це динамічний процес, макроекономічні характеристики якого є наслідком поведінки окремих економічних агентів, обізнаність та раціональність яких обмежені.

6. Гіпотеза структури: еволюційний процес, поряд з ієрархічними, породжує мережеві структури взаємодії економічних агентів.

Перераховані гіпотези концепції еволюції економічних агентів передбачається перевірити під час експериментування з моделлю.

---

<sup>104</sup> Поряд з імітацією – другорядним джерелом мінливості економічних агентів.

<sup>105</sup> Що може бути інтерпретовано в рамках концепції Ламарка.

<sup>106</sup> Ця гіпотеза введена з відсиланням до визначення економічної еволюції, запропонованого Маєвським у [64]. Однак тут слід мати на увазі, що поряд із високотехнологічними економіками розвинутих країн, цілком успішно (з еволюційної точки зору) виживають і архаїчні форми організації. Чи можна вважати їх геноми більш простими – відкрите питання, цілком можливо, що в цілому тенденції до збільшення складності в економічній еволюції не спостерігається.

<sup>107</sup> Зміну технологічних укладів Глазьєва [55], макрогенерацій Маєвського [64].

## 4.2. Еволюційні режими з екзогенними параметрами мутації і дифузії технологій

Для програмної реалізації мультиагентних моделей використовуються спеціалізовані програмні системи (агентні платформи), що містять набір засобів програмного опису поведінки та взаємодії агентів і стану середовища. У зв'язку з високою затребуваністю мультиагентного підходу як в наукових дослідженнях, так і для управління бізнес-процесами, розроблено безліч агентних платформ: ABLE<sup>108</sup> [1], Adaptive Modeler, ADK<sup>109</sup> [51], AgentBuilder [2], AgentSheets, AnyLogic, Ascape [3], Brahms [4], Breve, Construct [6], Cormas<sup>110</sup> [5], Cougaar, DeX [7], D-OMAR<sup>111</sup> [8], ECHO [9], ECJ, Eclipse AMP, FAMOJA<sup>112</sup> [10], Framsticks, GPU Agents [11], GROWlab [12], iGen [33], JADE, JAS [14], JASA<sup>113</sup> [16], JCA-Sim [18], jES<sup>114</sup> [17], jEcho [19], JESS [20], LSD<sup>115</sup> [22], Madkit<sup>116</sup> [30], MAGSY [23], MAML<sup>117</sup> [31], MASON [25], MAS-SOC<sup>118</sup> [26], MATLAB [27], MIMOSE<sup>119</sup> [28], Moduleco [29], MOOSE<sup>120</sup> [32], OBEUS<sup>121</sup> [35], Omonia [37], oRIS [68], PS-I<sup>122</sup> [39], Repast, SDML<sup>123</sup> [40], SEAS<sup>124</sup> [49], SeSAm<sup>125</sup> [41], Jade's sim++, SimPlusPlus [46], SimAgent [43], SimBioSys [44], SimPack [45], SME<sup>126</sup> [47], Soar, StarLogo, MacStarLogo, OpenStarLogo, StarLogoT, StarLogo TNG, NetLogo [34], Sugarscape [48], Swarm, VisualBots [52], VSEit [53], ZEUS [54], Jason [15].

Приблизно половина перерахованих платформ (31 з 65) призначена для моделювання мультиагентних систем загального призначення, але є й спеціалізовані платформи, розроблені для моделювання еко- і біоспільнот (наприклад, Cormas, ECHO, jEcho, SME), соціального моделювання (LSD,

<sup>108</sup> Agent Building and Learning Environment.

<sup>109</sup> Tryllian Agent Development Kit.

<sup>110</sup> Common-pool Resources and Multi-Agent Systems.

<sup>111</sup> Distributed Operator Model Architecture.

<sup>112</sup> Framework for Agent-based MOdelling with Java.

<sup>113</sup> Java Auction Simulator API.

<sup>114</sup> Java Enterprise Simulator.

<sup>115</sup> Laboratory for Simulation Development.

<sup>116</sup> Multi Agent Development Kit.

<sup>117</sup> Multi-Agent Modeling Language.

<sup>118</sup> Multi-Agent Simulations for the SOcial Sciences.

<sup>119</sup> Micro-und Multilevel Modelling Software.

<sup>120</sup> Multimodeling Object-Oriented Simulation Environment.

<sup>121</sup> Object Based Environment for Urban Simulation.

<sup>122</sup> Political Science-Identity.

<sup>123</sup> Strictly Declarative Modeling Language.

<sup>124</sup> System Effectiveness Analysis Simulation.

<sup>125</sup> Shell for Simulated Agent Systems.

<sup>126</sup> Spatial Modeling Environment.

MAML, MAS-SOC, MIMOSE, VSEit), моделювання організаційних процесів (Brahms, Construct), прогнозування цін на акції (Adaptive Modeler).

Відповідно до програмної реалізації, агентні платформи представлені як повноцінні середовища розробки (AnyLogic, NetLogo), так і вбудовані модулі (Repast Symphony), бібліотеки, що підключаються (JADE). При цьому сорок платформ вимагають знання мов програмування (C, C++, C#, Java), решта використовують спеціально розроблені мови моделювання програмних агентів (Logo в Netlogo, AgentSpeak в Jason).

За напрямками використання агентні платформи можна класифікувати на промислові (більш жорсткі, але такі, які надають більше вбудованих можливостей) та наукові (які дають розробнику більше свободи); за різноманітністю інструментарію – на прості (NetLogo) і складні (Repast). При цьому всього дев'ять платформ поставляються з відкритим кодом, ще 17 мають безкоштовну ліцензію (обмежену чи ні).

У результаті порівняльного аналізу можливостей платформ загального призначення, які мають безкоштовну ліцензію і не вимагають для роботи з ними досвіду програмування, для подальших досліджень було обрано програмне середовище NetLogo, розроблене в 1999 р. Віленським на основі мови Лого. Розвиток NetLogo підтримується Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling і великим співтовариством користувачів (що складається, в основному, з викладачів ВНЗ, наукових співробітників, студентів). Можливості мови детально документовані, на сайті розробника можна завантажити докладну інструкцію, бібліотека NetLogo містить безліч моделей з розділів природничих та суспільних наук, які можна використовувати як базові, а також модифікувати.

На основі алгоритму, що реалізує припущення щодо поведінки економічних агентів (рис. 4.1), у програмному середовищі NetLogo була побудована мультиагентна модель [58] (програмний код див. у додатку II).

Для дослідження еволюційних режимів у моделі екзогенно задавалися чотири параметри:

- 1) початковий розмір популяції (*agent*);
- 2) нижня межа капіталу, перетинаючи яку агент гине; цей параметр описує тиск негативного відбору ( $K_{min}$ );
- 3) верхня межа капіталу, перетинаючи яку агент може породити нащадка або стати інноватором; цей параметр описує тиск позитивного відбору ( $K_{max}$ );
- 4) питома ціна технології (*price*).

У такій постановці перші три параметри відповідають за еволюційну складову розвитку популяції агентів; а ціна технології – за економічну (відображаючи інноваційний клімат). Варіюючи ці параметри, ми спробуємо виявити допустимі межі їх зміни, а також проаналізувати чутливість

модельних траєкторій до варіації параметрів. Експериментування з моделлю включало такі етапи:

- 1) визначення допустимих діапазонів зміни параметрів;
- 2) аналіз впливу варіації параметрів на сукупний випуск системи протягом періоду імітації;
- 3) аналіз траєкторій, породжуваних моделлю;
- 4) дослідження можливості виявлення макрогенерацій на основі мультиагентної моделі;
- 5) аналіз адекватності припущень мультиагентної моделі щодо гіпотез концепції еволюції популяції економічних агентів.

#### *Визначення допустимих діапазонів зміни параметрів*

На першому етапі аналізу в результаті експериментування з моделлю були визначені допустимі межі зміни параметрів [59]:

- 1) діапазон зміни розміру популяції склав 2000 од.,  $agent \in [500; 2500]$ ;
- 2) діапазон тиску негативного відбору склав 400 од.,  $K_{min} \in [100; 500]$ ;
- 3) діапазон тиску позитивного відбору склав 500 од.,  $K_{max} \in [500; 1000]$ ;
- 4) питома ціна поширення технології може коливатися в діапазоні від нуля до чотирьохсот одиниць –  $price \in [0; 400]$ .

Далі кожен параметр варіювався в десяти точках всередині допустимого діапазону своєї зміни. При цьому інші параметри були зафіксовані на середніх рівнях всередині діапазону варіації. Кожен експеримент включав у себе 100 прогонів моделі. Оскільки початкові параметри виробничих функцій економічних агентів задавалися випадковим чином, у результаті був отриманий набір із чотирьох тисяч траєкторій (4 параметри \* 10 значень \* 100 прогонів моделі<sup>127</sup>).

#### *Аналіз впливу варіації параметрів на сукупний випуск системи*

На другому етапі аналіз впливу варіації параметрів на середній сукупний випуск системи показав, що:

- 1) у результаті варіації параметрів сукупний випуск коливається в діапазоні від трьохсот тисяч до шістдесяти п'яти мільйонів;
- 2) можна виділити три діапазони зміни сукупного випуску ( $y$ ):
  - а)  $y \in [300 \text{ тис.}; 3 \text{ млн}]$  відповідає зростанню з низьким темпом (рис. 4.2, насичено-крапкова зона на рис. 4.3 а-г);
  - б)  $y \in [3 \text{ млн}; 10 \text{ млн}]$  відповідає зростанню із середнім темпом (рис. 4.2, крапкова зона на рис. 4.3 а-г);

<sup>127</sup> Експерименти проведені магістрантом П. Сухомлиним.

с)  $y \in [10 \text{ млн}; 65 \text{ млн})$  відповідає зростанню з високим темпом (рис. 4.2, розріджено-крапкова зона на рис. 4.3 а-г);

3) для всіх параметрів середній сукупний випуск підлягає апроксимації з високим коефіцієнтом детермінації, зокрема:

а) вплив розміру популяції може бути описаний лінійною функцією (рис. 4.3 а);

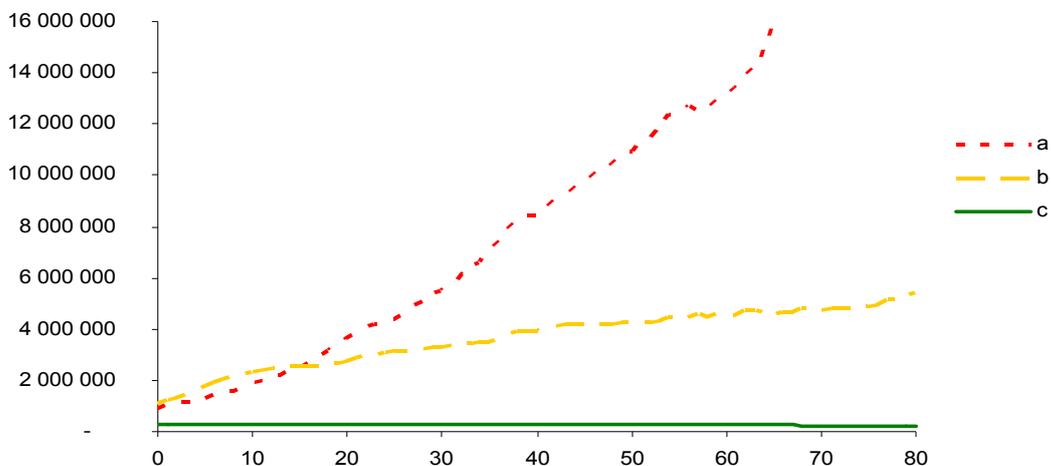
б) вплив позитивного відбору – сигмоїдальною функцією (рис. 4.3 б);

с) вплив негативного відбору – ступеневою функцією (рис. 4.3 в);

д) вплив питомої ціни технології – квадратичною функцією (рис. 4.3 г);

4) варіація параметрів впливає не тільки на середній сукупний випуск, але й на його варіативність, причому, чим вище сукупний випуск, тим вище його варіативність (див. розкид модельних значень, позначених дрібними точками на рис. 4.3 а-г, навколо середніх значень, позначених великими точками) [59].

Аналіз впливу параметрів моделі на сукупний випуск системи дозволив виявити три типи її розвитку (рис. 4.2) – з високим, середнім і низьким темпом (див. розріджено-крапкову, крапкову та насичено-крапкову зони відповідно на рис. 4.3 а-г).

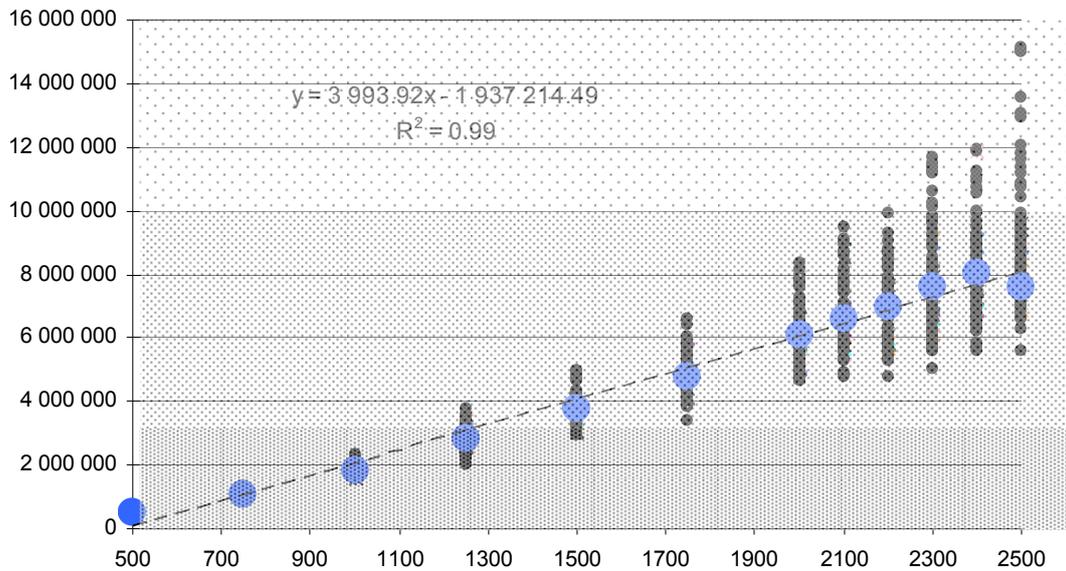


**Рис. 4.2 – Порівняльна динаміка виробництва з різними темпами зростання: а – високий темп; б – середній темп; с – низький темп**

Детальний аналіз показує, що вплив розміру популяції на середнє значення сукупного випуску може бути описано лінійною функцією з коефіцієнтом детермінації, що дорівнює 99 % (рис. 4.3 а).

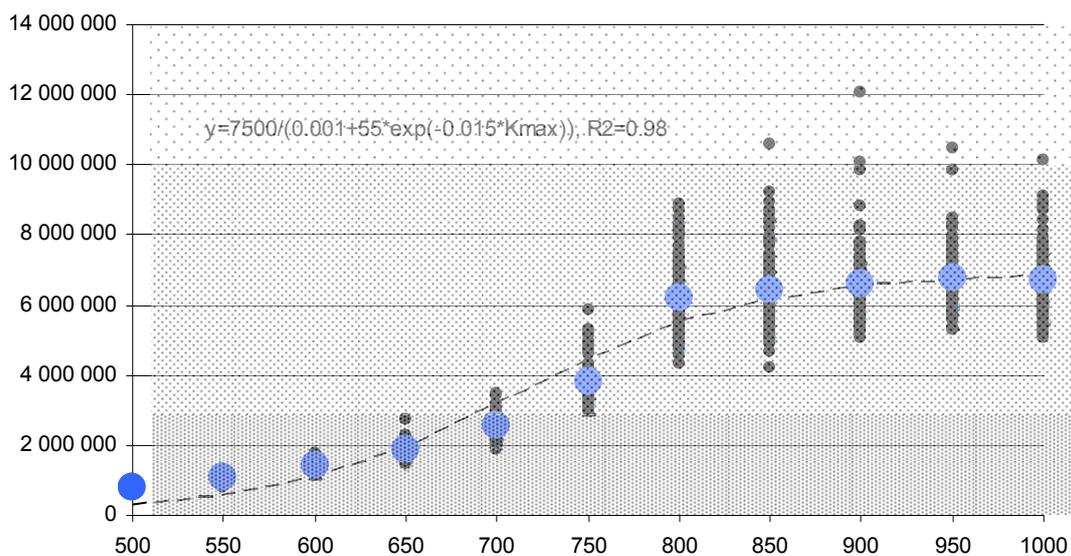
Позитивний вплив цього параметра може бути пояснено тим, що, по-перше, кожен економічний агент робить свій внесок у загальний випуск, по-друге, зі зростанням числа агентів збільшується число контактів між ними, що призводить до збільшення швидкості дифузії інновацій у системі

і, як наслідок, до економічного зростання, проте через те, що кожен агент є джерелом випадковості, зі зростанням популяції зростає і варіативність сукупного випуску [65]. Аналіз показує, що варіація розміру популяції забезпечує зростання середнього сукупного випуску з низьким або середнім темпом (насичено-крапкова та крапкова зони на рис. 4.3 а), при цьому середня еластичність за цим параметром становить 1,4 %.



**Рис. 4.3 а – Вплив розміру популяції на сукупний випуск (Y)**

Вплив позитивного відбору на сукупний випуск може бути описаний s-подібною кривою з коефіцієнтом детермінації, що дорівнює 98% (рис. 4.3 б).



**Рис. 4.3 б – Вплив позитивного відбору на сукупний випуск**

Аналіз рис. 4.3 б показує, що, починаючи з певного рівня ( $K_{max} = 800$ ) вплив цього параметра характеризується насиченням, і вимога до укрупнення агентів-інноваторів втрачає ефективність з точки зору забезпечення економічного зростання. З огляду на ефекти інформаційної економіки цей феномен знаходить підтвердження у спостереженнях багатьох учених, зокрема академік А. Чухно писав: «У розвинених країнах дрібний і середній бізнес перетворюється на найпоширенішу форму економічної діяльності, хоча нещодавно доводили, що дрібне господарство неефективне, з ним з убогості не вибратися, і тому все робилося для укрупнення виробництва. Сьогодні ж дрібний і середній бізнес визнаний найбільш раціональним і продуктивним» [71].

Дослідження показало, що варіація тиску позитивного відбору забезпечує зростання з низьким або середнім темпом (середнє значення сукупного випуску не виходить за межі насичено-крапкової та крапкової зон на рис. 4.3 б), при цьому середня еластичність за даним параметром становить 4,3 %.

Посилення негативного відбору здійснює негативний вплив на зростання системи, оскільки призводить до вимирання дрібних економічних агентів, скорочення числа зв'язків між рештою та уповільнення швидкості поширення нових технологій. Вплив цього фактора може бути описано ступеневою функцією з коефіцієнтом детермінації, що дорівнює 91 % (рис. 4.3 в).

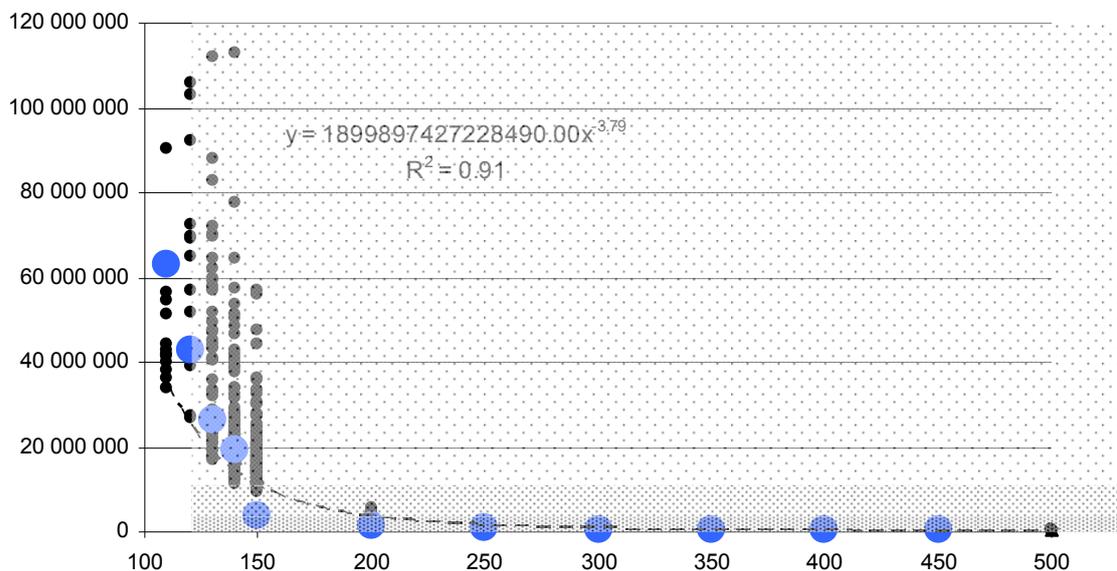
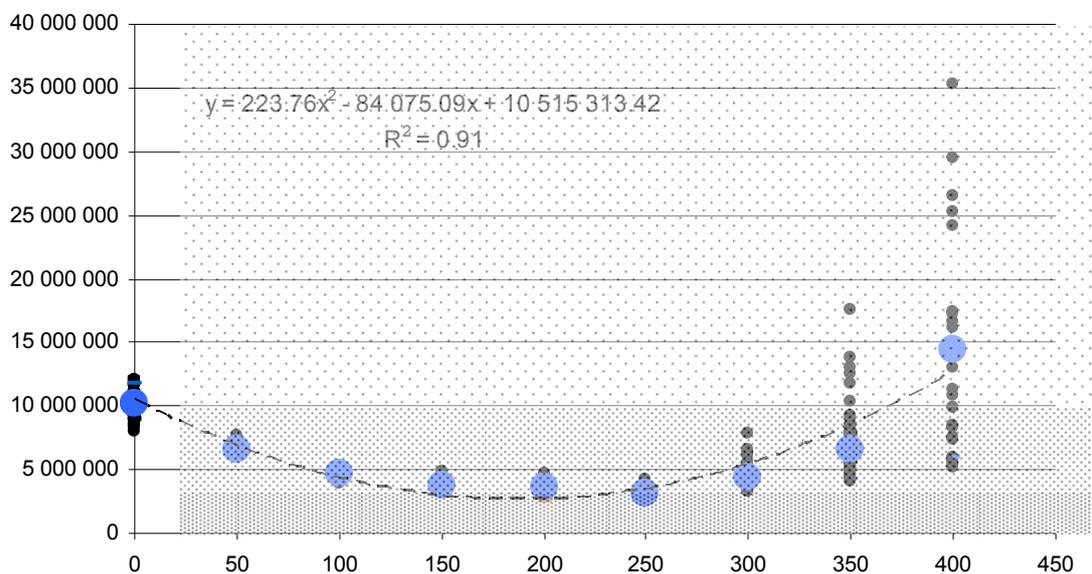


Рис. 4.3 в – Вплив тиску негативного відбору на сукупний випуск

Варіація негативного відбору викликає найістотніші коливання середнього сукупного попиту (від трьохсот тисяч до шістдесяти мільйонів), причому при  $K_{min} \leq 150$  випуск демонструє зростання з високим темпом

(виходить в розріджено-крапкову на рис. 4.3 в). Середня еластичність по даному параметру становить – 3,7%.

Фактор ціни – один з найцікавіших, з точки зору аналізу феноменів інформаційної економіки. У рамках моделі, його вплив на середнє сукупне виробництво системи може бути описано квадратичною функцією з коефіцієнтом детермінації рівним 91% (рис. 4.3 г). Аналіз показує, що коливання ціни в інтервалі 100-300 од. слабо впливають на розвиток модельного світу (значення середнього сукупного випуску не покидають насичено-крапкову та крапкову зони на рис. 4.3 г), у той час як ситуації, коли технології поширюються безкоштовно, або навпаки дуже дорогі, сприяють вибуховому зростанню сукупного випуску (розріджено-крапкова зона на рис. 4.3 г).



**Рис. 4.3 г) – Вплив питомої ціни технології на сукупний випуск**

З точки зору опису феноменів інформаційної економіки це може бути проінтерпретоване таким чином: збільшення числа каналів та інтенсивності передачі інформації змінює технологію взаємодії економічних агентів, призводячи до того, що більшість із них фактично безкоштовно оновлюють свої способи виробництва. Це дозволяє істотно прискорити процес формування інформаційної економіки на ранніх стадіях її формування. З іншого боку, країни, що перебувають на високих стадіях розвитку інформаційної економіки, можуть собі дозволити захищати стратегічно важливі технології досить суворим законодавством щодо авторського права, тому ціна їх розповсюдження може бути дуже висока. Отже, саме на граничних значеннях цінового діапазону спостерігається стрімке зростання, яке стимулює формування інформаційної економіки, а всередині діапазону

даний фактор практично не впливає. Середня еластичність по фактору питомої ціни технології складає 0,4 %.

Дослідження показало, що недостатня кількість економічних агентів у системі і жорсткі умови їх виживання, призводять до того, що технології по модельному світу практично не поширюються, тому зростання випуску за рахунок технологічного прогресу не відбувається. При цьому, оскільки можливостей для екстенсивного зростання не передбачено, розвитку системи в цілому також не спостерігається.

Збільшення числа економічних агентів ( $agents \geq 2000$ ) призводить до прискорення дифузії інновацій та забезпечує інтенсивний ріст системи, однак сильний тиск позитивного відбору (жорсткі вимоги до розмірів агентів, здатних породити потомка і/або стати джерелом інновацій) гальмує розвиток. Щодо питомої ціни технології, то середні її значення (не дуже низькі і не занадто високі) також сприяють зростанню сукупного випуску із середніми темпами (рис. 4.3 г).

М'які умови середовища, що дозволяють виживати навіть дрібним агентам, призводять до зростання загального їх числа, збільшення каналів передачі інформації і, як наслідок, до зростання швидкості поширення нових технологій і розвитку модельного світу високими темпами. Цікаво, що такі траєкторії характерні і для граничних значень питомої ціни передачі технології.

У цілому, можна зробити висновок про те, що м'яке інституційне середовище в поєднанні з жорстким законодавством у сфері інтелектуальної власності стимулюють розвиток інформаційної економіки. Результати першого етапу дослідження наведені в табл. 4.2 [60].

Таблиця 4.2

## Темпи розвитку системи

Випуск	Темп росту	Умови виникнення
$Y < 3 \text{ млн}$	Низький	Малий розмір популяції, сильний тиск негативного відбору, середня питома ціна технології
$Y \in [3 \text{ млн}; 10 \text{ млн})$	Середній	Середній розмір популяції, помірний тиск відбору, питома ціна технології коливається далі від середнього, але не досягає граничних значень
$Y \geq 10 \text{ млн}$	Високий	Велика популяція, слабкий негативний відбір, технології або передаються безкоштовно, або надто дорогі

### Аналіз траєкторій, породжуваних моделлю

На третьому етапі аналізу отримані в результаті експериментування з параметрами моделі набори траєкторій були досліджені на стаціонарність. Дослідження показало, що в цілому система не породжує ні стаціонарних траєкторій, ні тренд-стаціонарних траєкторій випуску (для опису динаміки яких можна було б підібрати адекватні криві зростання, однак залишки цих моделей не є стаціонарним процесом). Таким чином, всі без винятку траєкторії випуску можна віднести до інтегрованих (DS – difference stationary) рядів динаміки, які поєднують у собі стохастичний тренд поряд із трендом детермінованим.

За критерієм варіативності (відношення стандартного відхилення до середнього за сукупністю) вдалося виявити три типи модельних траєкторій:

- 1) лінійний ріст (рис. 4.4 а);
- 2) лінійний ріст з осциляціями (рис. 4.4 б);
- 3) експоненціальний ріст з осциляціями (рис. 4.4 в).

Аналіз показав, що популяція середнього розміру ( $agents = 1500$ ) розвивається стабільно, коли умови виживання економічних агентів не занадто м'які, тобто тиск негативного відбору відносно великий ( $K_{min} \geq 200$ ), а питома ціна технології варіюється навколо середнього значення (від 150 до 250 од., але чим вона нижча, тим вище швидкість розвитку системи).

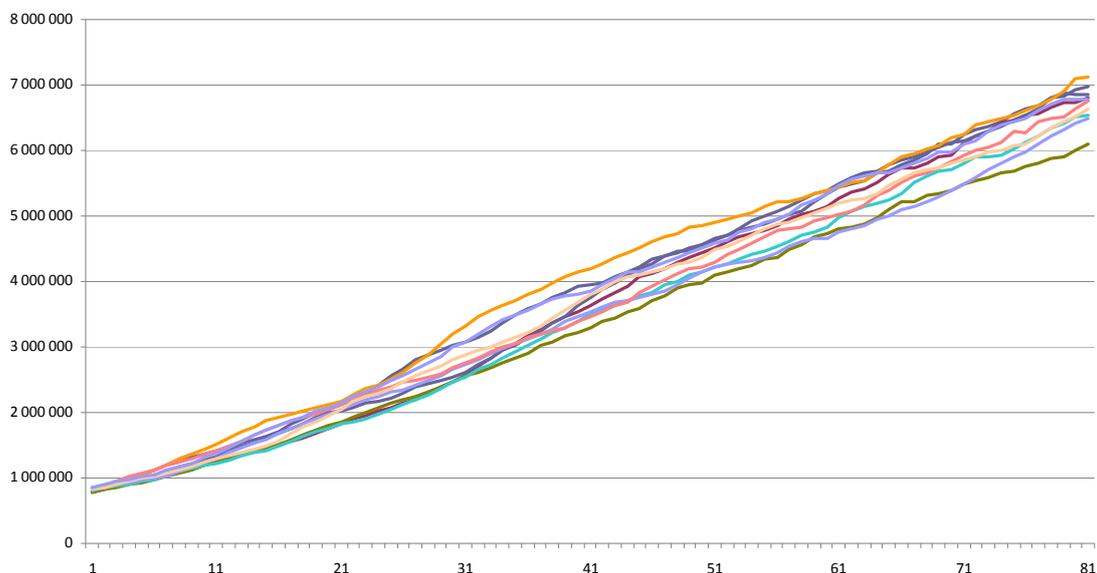
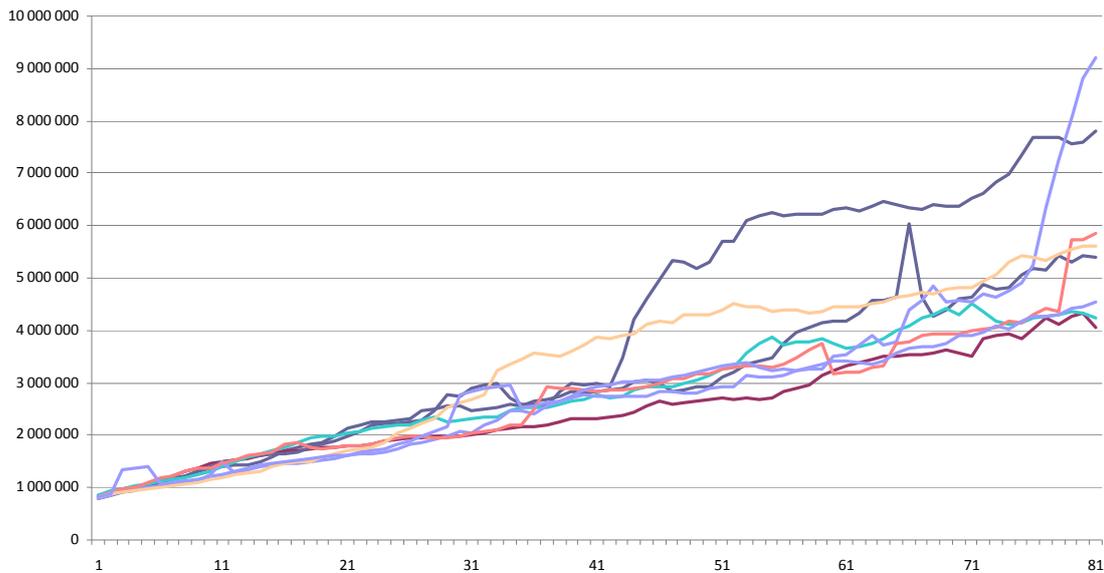


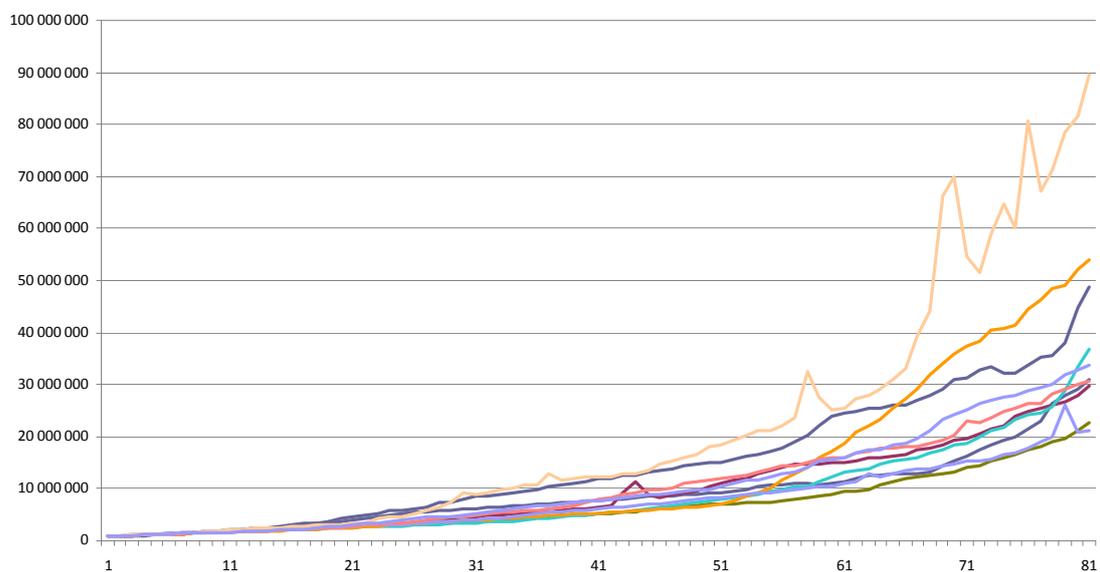
Рис. 4.4 а – Лінійний ріст,  $agents=1500$ ,  $K_{max}=750$ ,  $K_{min}=200$ ,  $price=150$

З ростом ціни технології за тих же параметрів тиску відбору система втрачає стійкість (рис. 4.4 б).



**Рис. 4.4 б – Лінійний ріст з осциляціями,  $agents=1500$ ,  $K_{max}=750$ ,  $K_{min}=200$ ,  $price=300$**

Коли ж при м'яких умовах виживання (зниженні тиску негативного відбору) число агентів і зв'язків між ними швидко зростає, випуск також зростає експоненціально (як комбінація детермінованого експоненціального і стохастичного трендів) (рис. 4.4 в). Досягнення питомою ціною граничних значень також призводить до експоненціального зростання випуску в системі.



**Рис. 4.4 в – Експоненціальний ріст з осциляціями,  $agents=1500$ ,  $K_{max}=750$ ,  $K_{min}=130$ ,  $price=400$**

Результати аналізу сукупності модельних траєкторій наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

## Типи траєкторій системи

Варіативність	Тип траєкторії	Умови виникнення
слабка $v < 30 \%$	Лінійний ріст	Середній розмір популяції, сильний тиск відбору, ціна технології невелика
середня $31 \% < v < 75 \%$	Лінійний ріст з осциляціями	Середній розмір популяції, помірний тиск відбору, середня ціна технології
сильна $v > 76 \%$	Експоненціальний ріст з осциляціями	Велика популяція, слабкий негативний відбір, технології надто дорогі

У рамках дослідження траєкторій для двох їх груп – стабільної лінійної і лінійної з осциляціями, з ймовірністю не менше 95 % були підібрані трендові моделі (розрахунки див. у додатку І). Оскільки абсолютний приріст випуску при незмінних параметрах модельного світу для низки експериментів залишався стабільною величиною (його варіація не перевищувала 25 %), було поставлено завдання оцінки функціональної залежності між середньою величиною абсолютного приросту випуску ( $\Delta Y$ ) і величиною одного з екзогенних параметрів – *agents*,  $K_{max}$  і  $K_{min}$ , *price* (табл. 4.4).

Як видно з табл. 4.4, для всіх змінних, крім  $K_{min}$ , вид функціональної залежності збігся з оцінками, отриманими для середнього сукупного випуску (відмінність для  $K_{min}$  пояснюється тим, що оскільки розглядалися тільки дві групи траєкторій, нижня межа діапазону зміни цього параметра була піднята зі 100 до 150 – при значенні  $K_{min} \leq 150$  загальний випуск у системі зростає експоненціально, на інтервалі  $200 < K_{min} \leq 350$  випуск зростає лінійно, на інтервалі  $350 < K_{min} \leq 500$  випуск починає лінійно спадати) [61].

Таблиця 4.4

## Вид функціональної залежності між середньою величиною абсолютного приросту випуску і значеннями екзогенних параметрів

Параметр X	Вид функціональної залежності	Коефіцієнт детермінації	Середня еластичність $\Delta Y$ по X
<i>agents</i>	$\Delta Y = -18044 + 35 \cdot agents$	0,992	1.44 %
<i>price</i>	$\Delta Y = 143894 - 1121 \cdot price + 2.6 * price^2$	0,919	-1.48 %
$K_{max}$	$\Delta Y = 80000 / (1 + 41056 \cdot e^{-0.01 \cdot K_{max}})$	0,954	4.32 %
$K_{min}$	$\Delta Y = 67041 - 11234 \cdot Ln(K_{min})$	0,871	-14.7 %

Дослідження показало, що абсолютний приріст випуску високо еластичний за параметрами, які відображають силу тиску відбору ( $K_{max}$  і  $K_{min}$ ), причому тиск негативного відбору майже в 3,5 рази сильніше позитивного.

Зведений аналіз результатів другого і третього етапу дозволив описати такі еволюційні режими, що породжуються мультиагентною моделлю залежно від варіації її параметрів (табл. 4.5): 1) стагнація, 2) нормальний сталий розвиток, 3) швидкий нестійкий розвиток.

Таблиця 4.5

## Еволюційні режими мультиагентної моделі

Темп росту / Варіативність	Низький темп	Середній темп	Високий темп
Слабка варіативність	<b>Стагнація</b> $price \in [150; 250)$ $K_{min} \geq 250$ $K_{max} \in [500; 600)$ $agent \in [500;$ $1000)$	<b>Нормальний сталий розвиток</b> $price \in (0; 50] \cup$ $[250; 300)$	
Середня варіативність	$K_{min} = 200$ $K_{max} \in [600; 700)$ $agent \in [1000;$ $1200)$	$price \in (300; 350]$ $K_{max} \in [700;$ $1000)$ $agent \in [1200;$ $2000)$	<b>Швидкий нестійкий розвиток</b> $price = 0$
Сильна варіативність		$price \in (350; 400]$ $K_{min} = 150$ $agent \in [2000;$ $2500)$	$price \geq 400$ $K_{min} \leq 140$

Аналіз виявлених еволюційних режимів моделі свідчить, що:

1) мала популяція економічних агентів приречена на стагнацію в умовах поєднання сильного негативного і слабого позитивного відбору (коли слабкі агенти і легко гинуть, і легко розмножуються);

2) у популяції середнього розміру буде спостерігатися нормальний сталий розвиток в умовах помірного негативного в поєднанні з сильним позитивним відбором (коли малі економічні агенти мають шанс вижити, але розмножуються переважно кращі);

3) швидкий нестійкий розвиток характерний для великих популяцій з низьким тиском негативного відбору (шанс на виживання отримують

навіть малоефективні економічні агенти) в умовах, коли технології передаються або безкоштовно, або гранично дорогі.

Дослідження еволюційних режимів засвідчує гіпотези синтетичної теорії еволюції щодо того, що:

1. У малих популяціях сталий розвиток можливий переважно в умовах слабкого негативного відбору в поєднанні з сильним позитивним (що веде до зростання різноманітності популяції).

2. У великих популяціях сталий розвиток можливий переважно в умовах сильного тиску негативного відбору (що веде до скорочення різноманітності популяції).

#### *Дослідження макрoгенерацій на основі мультиагентної моделі*

На четвертому етапі проводилися виявлення та аналіз динаміки макрoгенерацій, що виникають у результаті взаємодії економічних агентів.

Візуалізація еволюційного процесу представлена на рис. 4.5. Тут економічний агент представлений у вигляді трикутника, забарвленого у відповідності до значення свого випуску (наприклад, світло сірий відповідає значенню  $Y = 1000$ ); домен агента забарвлений у колір його технологічного параметра ( $A$ ).

У початку імітації (рис. 4.5 а) технології агентів подібні між собою, тому їх домени забарвлені в один колір – сірий. У процесі моделювання спостерігається кілька хвиль появи і розповсюдження макрoгенерацій (забарвлені в сірий агентів, розташовані в центрі світло сірого поля відображають процес виникнення нової макрoгенерації в епіцентрі попередньої, рис. 4.5 б).

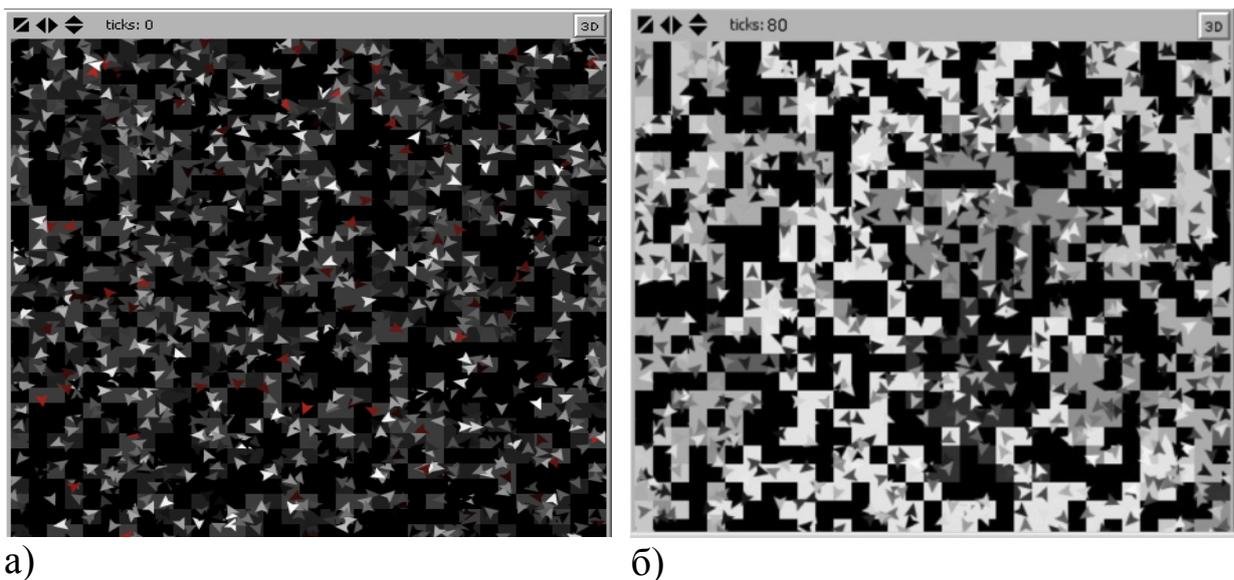
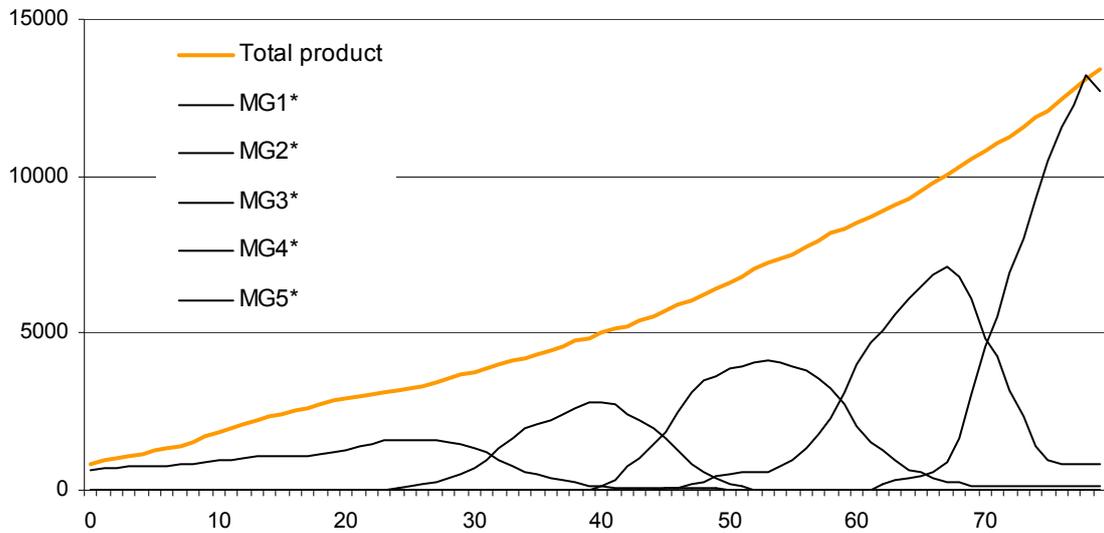


Рис. 4.5 – Візуалізація модельного світу: а) на початку імітації, б) у кінці імітації

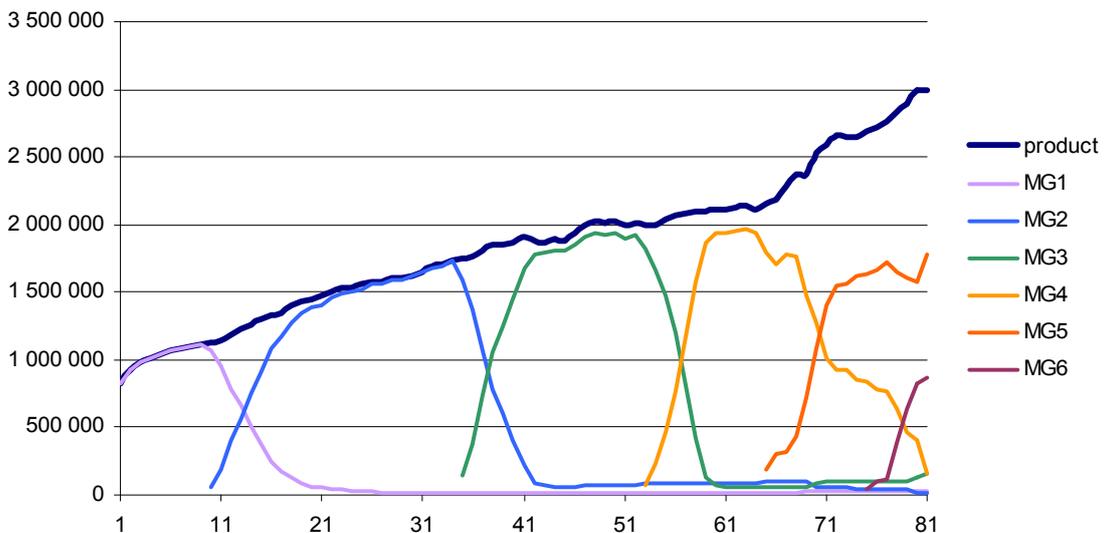
Базовий прогін моделі при фіксованих на рівні середніх значень параметрах показав, що в цілому динаміка системи може бути описана як процес зміни макрогенерацій (рис. 4.6).



**Рис. 4.6 – Динаміка випуску системи як сукупність випусків агентів, об'єднаних загальною технологією**

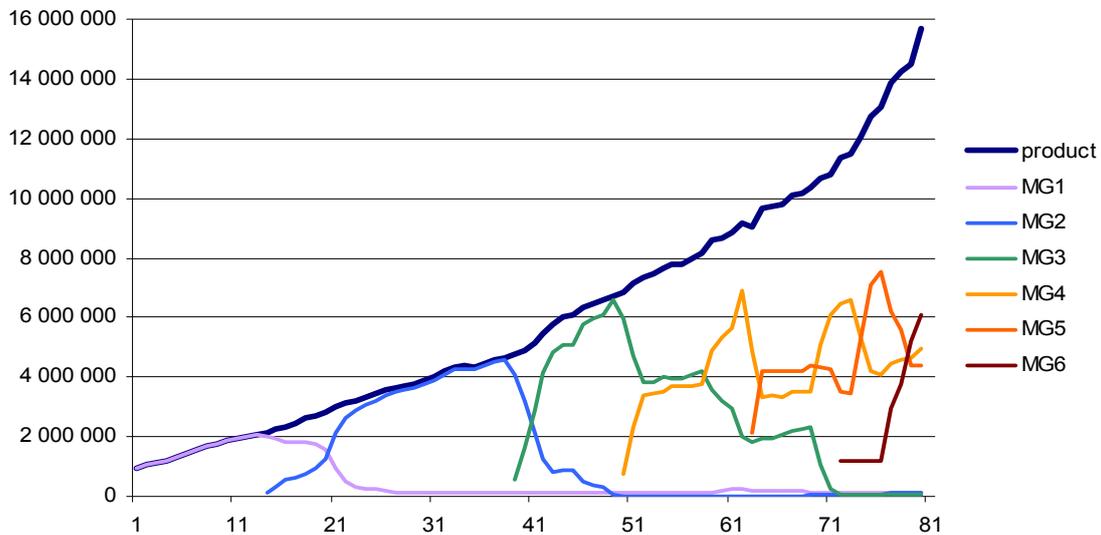
Аналіз впливу параметрів моделі на породжувані нею траєкторії макрогенерацій свідчить, що для слабоваріативних систем траєкторії макрогенерацій повністю відповідають висунутим раніше припущенням (див. траєкторії на рис. 4.7 а):

- а) окрема макрогенерація може бути описана в термінах економічного циклу: ембріональною фазою, фазами росту, насичення і спаду;
- б) нова макрогенерація з'являється в епіцентрі попередньої, коли поточна досягає насичення.



**Рис. 4.7 а – Динаміка макрогенерацій середньоваріативної системи,  $agents=1500$ ,  $K_{max}=750$ ,  $K_{min}=200$ ,  $price=250$**

У міру втрати стабільності життєвий цикл макрорегенерацій порушується, їх фази стають все менш вираженими, деякі мають декілька піків (рис. 4.7 б).



**Рис. 4.7 б – Динаміка макрорегенерацій сильно варіативної системи,  $agents=2000, K_{max}=750, K_{min}=150, price=350$**

Цей феномен знаходить непряме підтвердження в складнощах, з якими стикаються аналітики у спробах проаналізувати структуру економічних криз нового тисячоліття і передбачити їх подальшу динаміку. Зокрема, А. Гриценко вказує, що «в цілому, характер циклічності істотно зміниться. Циклічність залишиться в тому сенсі, що періодично, раз на кілька десятиліть, відбуватимуться глобальні кризи, між якими буде цілий ланцюг різноманітних локальних (галузевих, технологічних, регіональних, фінансових, країнових та ін.) криз. Криза стане дискретно-безперервною, тобто різні кризи будуть постійно виникати і зникати в різних локальних просторах світового господарства. У цьому сенсі циклічність зникне. Але періодично виникатиме ситуація поширення кризи за межі локальних просторів, з'єднання ланцюжка локальних криз і формування глобальної кризи. Періодичність таких глобальних криз не буде визначеною. Вона буде залежати від параметрично непрогнозованих чинників. Можна сказати, що такі кризи неминуче будуть, але не можна сказати, де і коли вони виникнуть» [56].

Дослідження впливу параметрів на траєкторії макрорегенерацій, що породжуються мультиагентною моделлю, почнемо з розміру популяції. Аналіз показує, що:

1) малий розмір популяції призводить до того, що інновації, які породжують макрорегенерації, виникають рідко – в експерименті, результати якого наведено на рис. 4.8 а, за період моделювання зародилася всього одна макрорегенерація;

2) мале число зв'язків між агентами ускладнює процес імітації, тому інновації по модельному світу поширюються надто повільно, про що свідчать пологі траєкторії макронеації на рис. 4.8 а.

У результаті, популяція економічних агентів еволюціонує в режимі стагнації (сукупний випуск не виходить за межі насичено-крапкової зони).

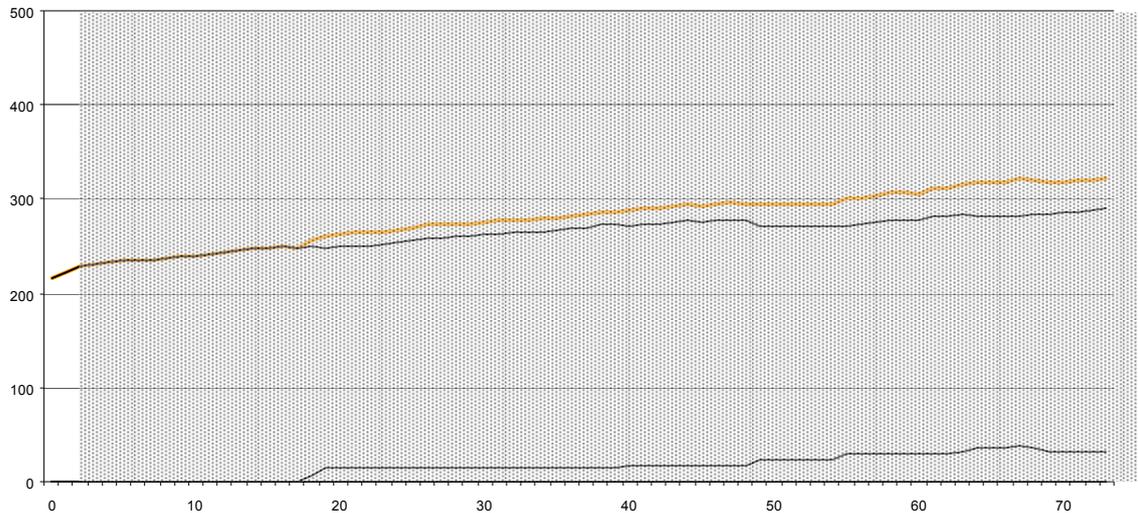


Рис. 4.8 а – Динаміка макронеації малої популяції, *agents* = 500

З ростом числа агентів система починає розвиватися швидше, інновації, які породжують макронеації, і виникають частіше, і поширюються швидше, переводячи систему в режим нормального сталого розвитку (рис. 4.8 б).

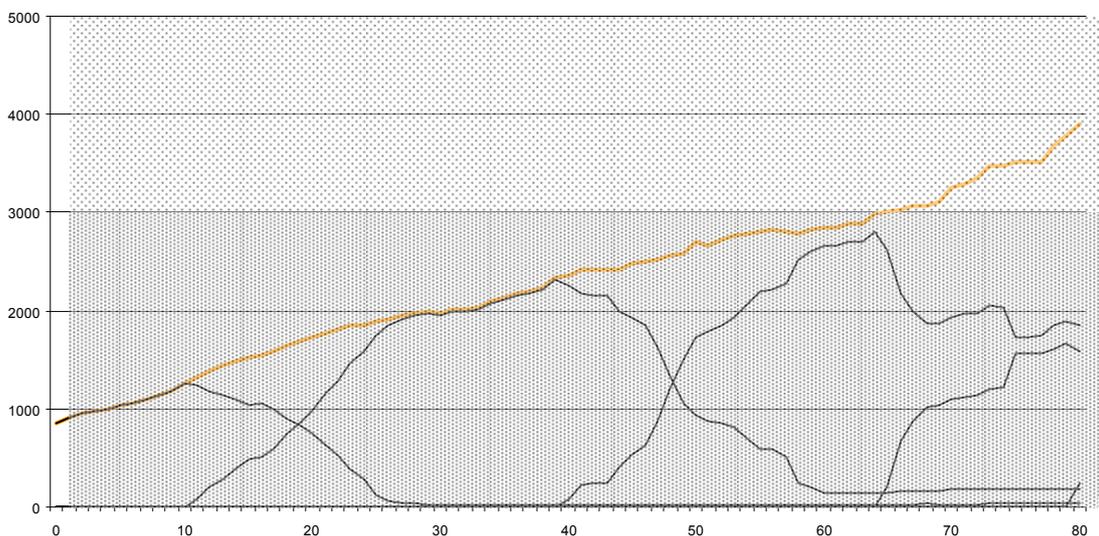


Рис. 4.8 б – Динаміка макронеації популяції середнього розміру, *agents* = 1500

Однак подальше зростання числа економічних агентів призводить до швидкого і нерівномірного поширення інновацій по модельному світу, у результаті чого життєвий цикл макронеації порушується, замість плавної стадії насичення спостерігається зміна декількох піків (рис. 4.8 в), а система в цілому втрачає стійкість.

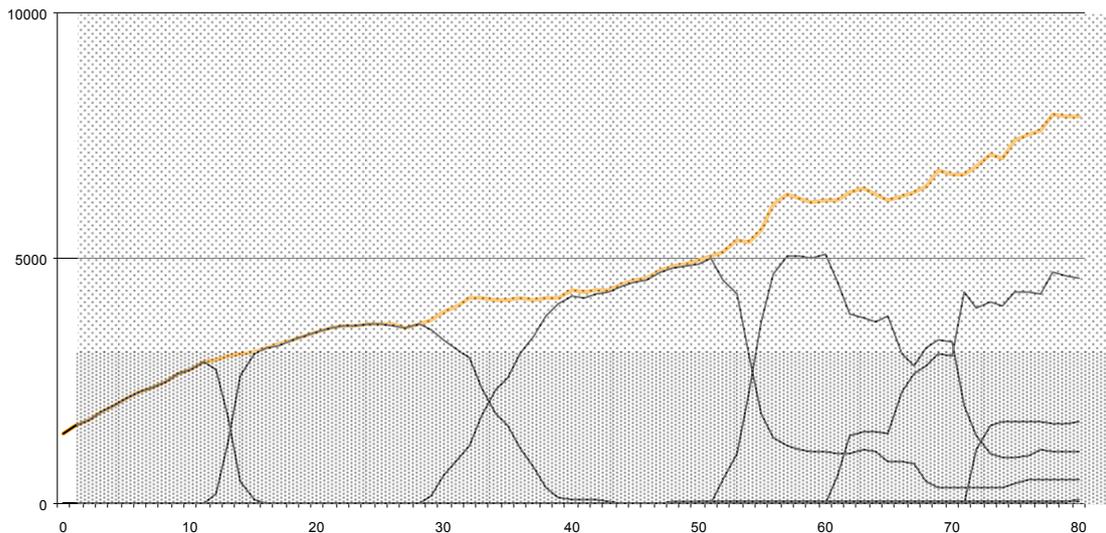


Рис. 4.8 в – Динаміка макрогенерацій популяції великого розміру,  $agents = 2500$

Що стосується ще одного важливого еволюційного параметра – тиску негативного відбору, – аналіз показує, що сильний негативний відбір (що відповідає ситуації, коли шанси на виживання і розвиток мають тільки надто успішні економічні агенти) переводить популяцію економічних агентів у режим стагнації (рис. 4.9 а).

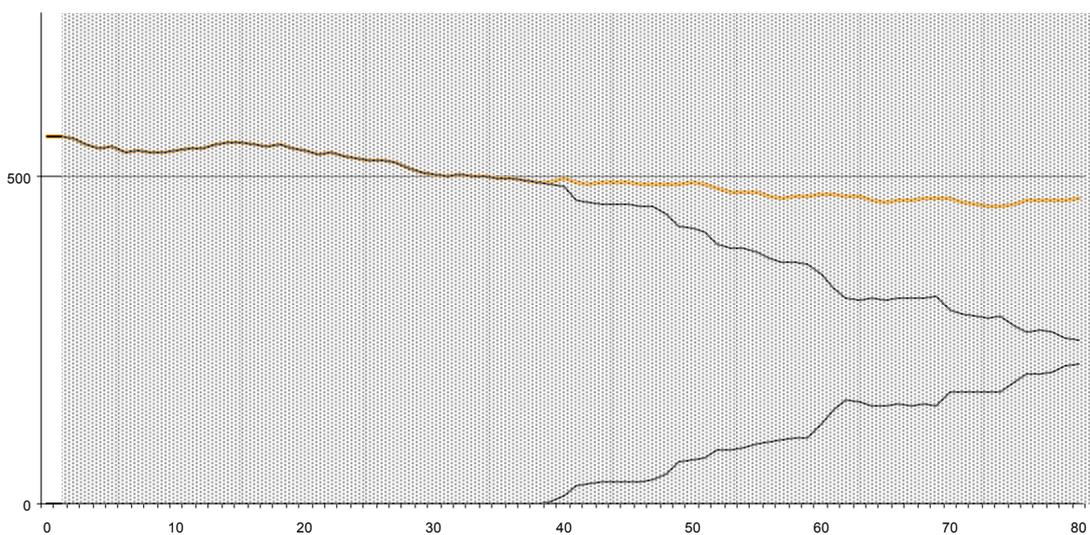


Рис. 4.9 а – Динаміка макрогенерацій в умовах сильного негативного відбору,  $K_{min} = 400$

У результаті в умовах сильного негативного відбору чисельність популяції скорочується, але її якісний склад поліпшується порівняно з вихідною популяцією малого розміру, розглянутою в попередньому прикладі, тому тут інновації виникають частіше і траєкторії макрогенерацій

мають не такий пологий характер, але поширюються недостатньо швидко для забезпечення зростання модельного світу в цілому.

У міру зменшення тиску негативного відбору популяція економічних агентів розростається, але її якісний склад залишається на хорошому рівні, щоб регулярно породжувати досить потужні макророзробки і перевести систему в режим розвитку з високим темпом (рис. 4.9 б).

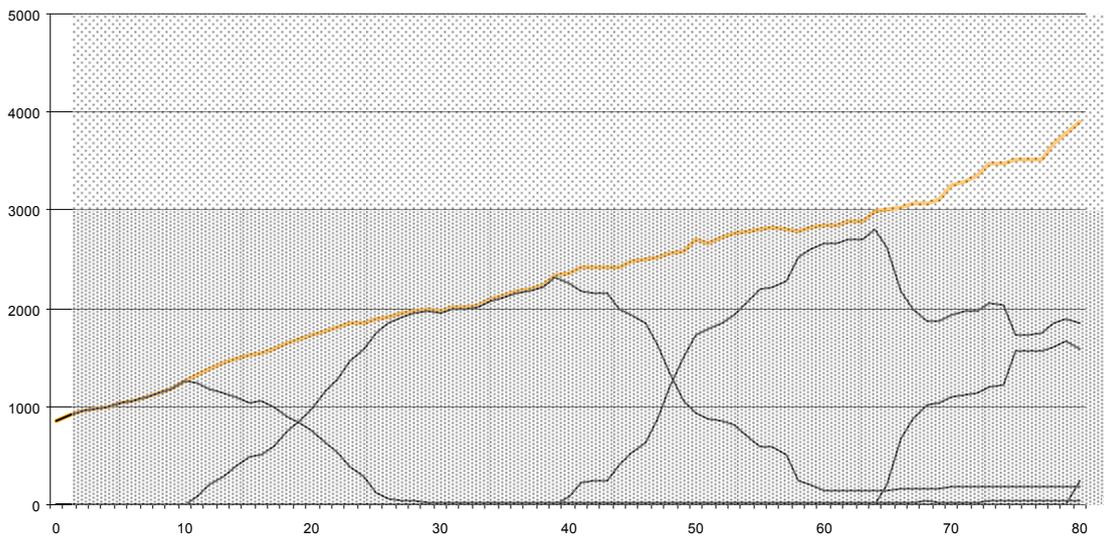


Рис. 4.9 б – Динаміка макророзробок в умовах помірного негативного відбору,  $K_{min} = 200$

В умовах слабого негативного відбору число агентів і зв'язків між ними швидко зростає, що призводить до експоненціального зростання сукупного випуску (рис. 4.9 в). При цьому життєвий цикл макророзробок порушується, оскільки з огляду на великий розмір популяції одні й ті ж макророзробки можуть зародитися незалежно в декількох точках модельного світу в різні моменти часу, а не рівномірно поширюватися по світу з одного джерела, як у попередньому експерименті (коли економічних агентів було менше, але їх якість, а отже, і шанси стати інноваторами, і потенційна потужність макророзробок були вище, рис. 4.9 б).

Варіації питомої ціни технології не викликали появу режиму стагнації ні в одному з експериментів. Дослідження впливу цього чинника на процес зміни макророзробок показало, що безкоштовне розповсюдження технологій породжує найбільш близьку до теоретичної картину – зі швидкою фазою зростання і плавним насиченням, коли нові макророзробки зароджуються в середині фази насичення попередньої (рис. 4.10 а). Очевидно, що нульова питома ціна технології стимулює імітаторів і прискорює процес дифузії інновацій по модельному світу.

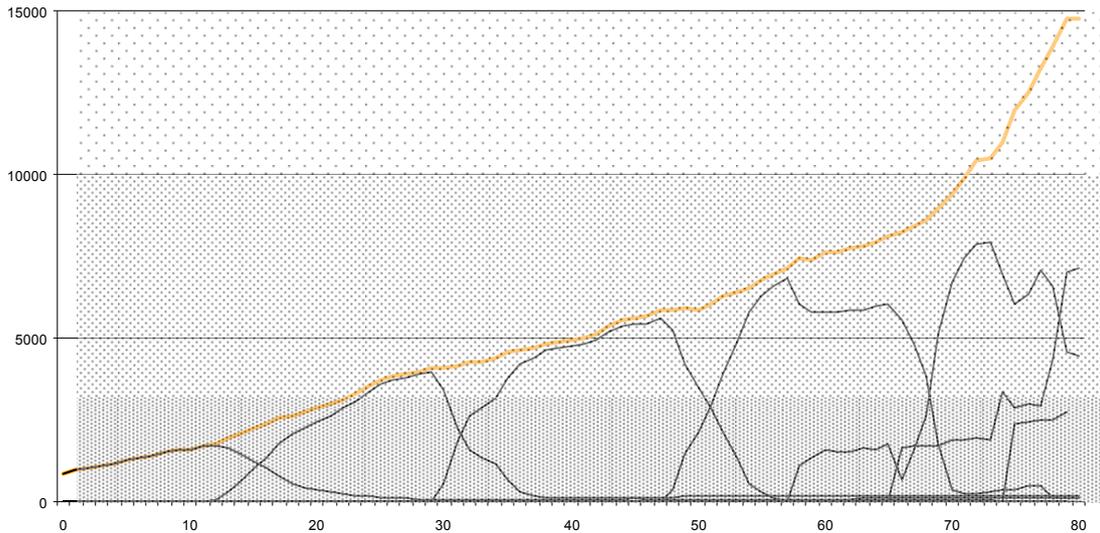


Рис. 4.9 в – Динаміка макрoгенерацій в умовах слабого негативного відбору,  $K_{min} = 150$

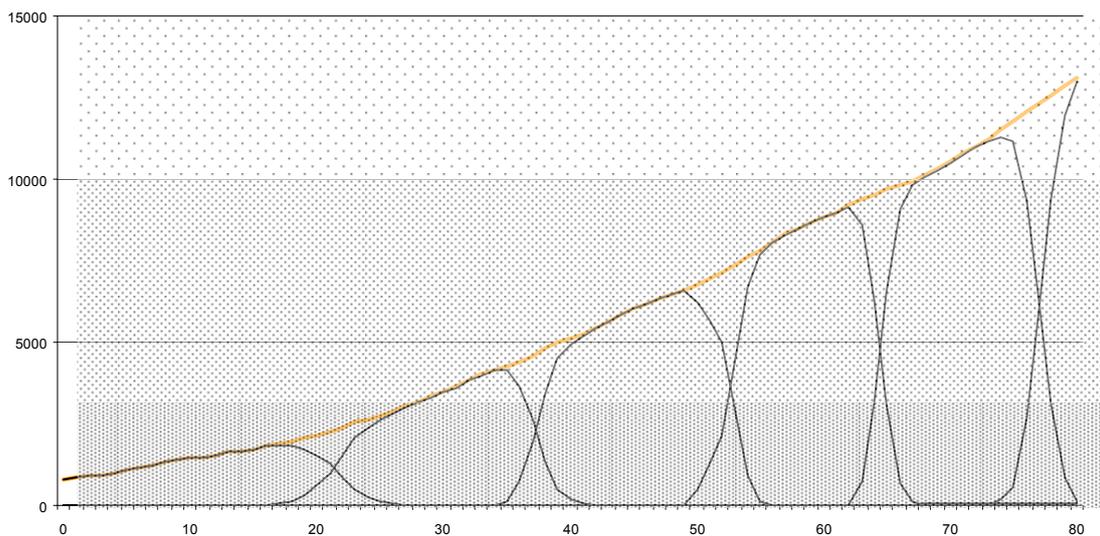


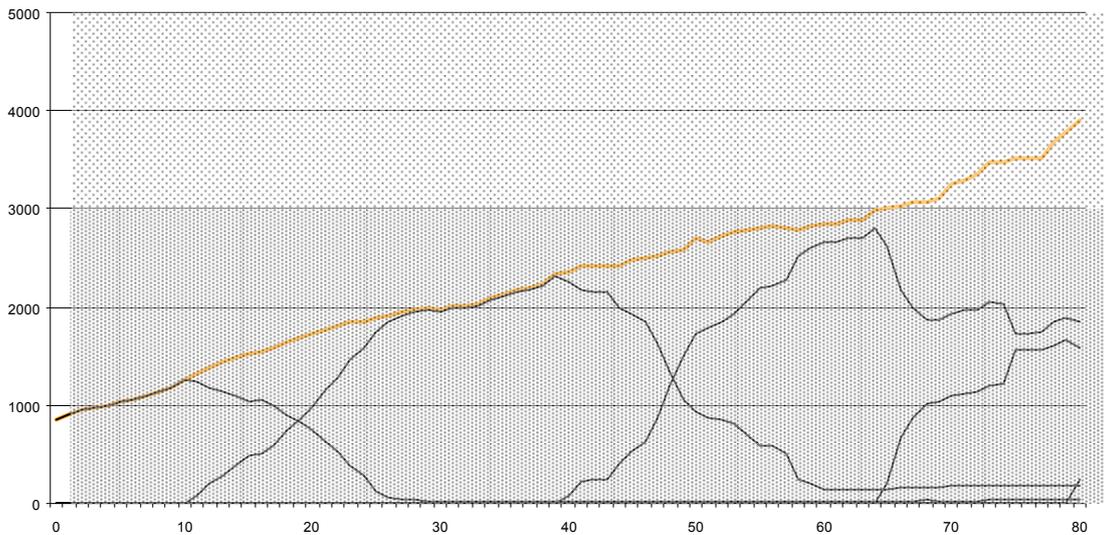
Рис. 4.10 а – Динаміка макрoгенерацій за умови безкоштовного розповсюдження технологій,  $price = 0$

У міру зростання питомої ціни технології, темп зростання сукупного випуску знижується, життєвий цикл макрoгенерацій спотворюється (рис. 4.10 б). Цікаво, що в цьому режимі кількість макрoгенерацій нижче порівняно з попереднім експериментом.

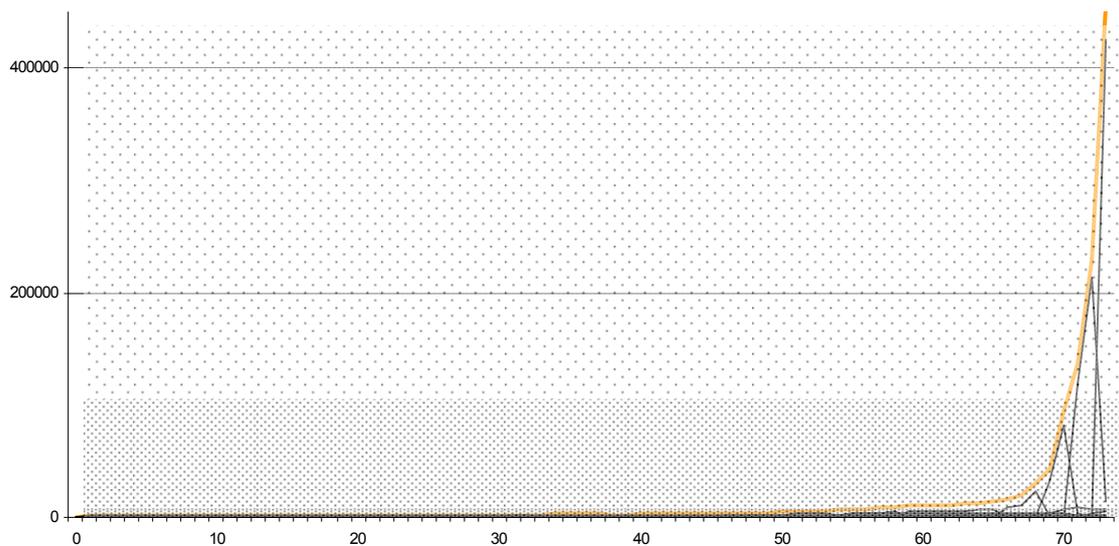
Однак при досягненні ціною верхньої межі, еволюція популяції економічних агентів переходить у швидкий нестійкий режим, при якому сукупний випуск демонструє експоненціальну динаміку (рис. 4.10 в).

Цікаво, що життєвий цикл макрoгенерацій у цьому випадку практично не порушується, тобто висока питома ціна технології не заважає імітаторам

успішно поширювати їх по модельному світу. У той же час число макрогенерацій тут максимальне з усіх експериментів.



**Рис. 4.10 б** – Динаміка макрoгенерацій при середній питомій ціні технологій, *price = 250*



**Рис. 4.10 в** – Динаміка макрoгенерацій при високій питомій ціні технологій, *price = 400*

*Аналіз адекватності припущень мультиагентної моделі гіпотезам концепції еволюції популяції економічних агентів*

На останньому етапі дослідження мультиагентної моделі було поставлено завдання перевірки гіпотез, висунутих у рамках концепції еволюції популяції економічних агентів. Розглянемо їх докладніше:

1. Гіпотеза мінливості: основним джерелом мінливості є інновації, які мають випадковий характер і не завжди є вдалими (економічно ефективними).

Для перевірки цієї гіпотези були досліджені траєкторії макрогенерацій при різних значеннях екзогенних параметрів. Аналіз показав, що хоча число імітаторів перевищує кількість інноваторів, однак у випадках, коли нові макрогенерації не зароджуються (або зароджуються дуже рідко), адаптація нововведень рано чи пізно досягає насичення і подальшої мінливості не спостерігається (див., наприклад, рис. 4.8). Інакше кажучи, у кожен одиницю модельного часу більшу мінливість забезпечує імітація, проте якщо розглядати динаміку процесу в цілому, основним джерелом залишаються інновації.

2. Гіпотеза адаптаціонізму: домінуючими в економічній еволюції є нейтральні процеси в поєднанні з негативним відбором (банкрутство), а позитивний відбір (спрямований на максимізацію прибутку) є важливим, але не першорядним чинником економічної еволюції.

Для перевірки цієї гіпотези в модель були введені параметри тиску позитивного ( $K_{max}$ ) і негативного ( $K_{min}$ ) відбору. Дослідження їх впливу, як на сукупний випуск, так і на модельні траєкторії показав, що варіація тиску негативного відбору породжує коливання середнього сукупного випуску в діапазоні від трьохсот тисяч до шістдесяти мільйонів, що в десять разів перевищує діапазон його зміни при варіації параметра позитивного відбору. Також на користь домінування негативного відбору над позитивним свідчить значення середнього коефіцієнта еластичності, який показує, на скільки відсотків у середньому змінився абсолютний приріст сукупного випуску при зміні факторів тиску відбору на 1 %. Дослідження показало, що середній коефіцієнт еластичності, який відображає тиск негативного відбору, майже в 3,5 рази перевищує аналогічне значення для сили позитивного відбору (див. табл. 4.4).

3. Гіпотеза прогресу: економічна еволюція – незворотний процес наростання складності, різноманіття та продуктивності виробництва за рахунок періодично повторюваної зміни технологій, продуктів, організацій та інститутів.

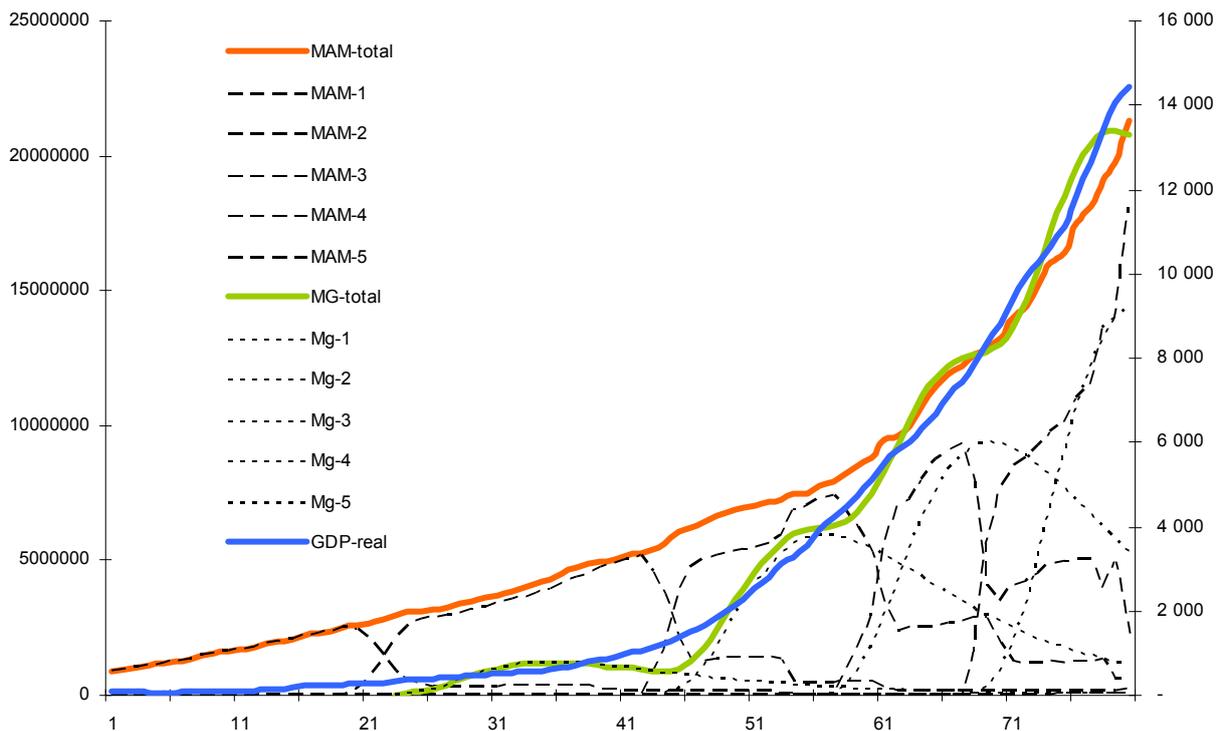
Дослідження чутливості середнього сукупного випуску і траєкторій, породжуваних мультиагентною моделлю, до варіації її параметрів показало, що практично при всіх поєднаннях параметрів спостерігається зростання сукупного випуску як за рахунок інновацій, так і за рахунок поширення технологій по модельному світу в процесі імітації. При цьому технологічне різноманіття агентів у процесі розвитку модельного істотно зростає (див. рис. 4.5).

4. Гіпотеза слабого градуалізму: економічна еволюція відбувається як шляхом накопичення малих змін (враховуючи безперервне вдосконалення технологій), так і за рахунок впровадження великих інновацій, що спричиняють шумпетеріанські «шторми творчого руйнування».

У процесі експериментування з мультиагентною моделлю вдалося представити динаміку сукупного випуску системи як суму випусків окремих макрогенерацій, що виникають у процесі еволюції популяції економічних агентів. Сам факт виявлення макрогенерацій свідчить на користь припущення про можливу наявність «штормів творчого руйнування», а структура їх життєвих циклів – про вплив накопичення малих змін (див., наприклад, рис. 4.7).

5. Гіпотеза уніформізму: еволюційний процес – це динамічний процес, макроекономічні характеристики якого є наслідком поведінки окремих агентів, обізнаність та раціональність яких обмежені.

На користь цієї гіпотези свідчить можливість опису еволюції популяції економічних агентів, що описуються своїми виробничими функціями, у термінах макрогенерацій. Показово, що існують набори параметрів моделі, при яких розвиток модельного світу може порівнюватися з результатами апроксимації фактичного ряду ВВП набором макрогенерацій (рис. 4.11).



**Рис. 4.11 – Динаміка макрогенерацій, виявлених із використанням мультиагентної моделі (траєкторії MAM, основна вісь) і економетричної (траєкторії MG, допоміжна вісь)**

6. Гіпотеза структури: еволюційний процес, поряд з ієрархічними, породжує мережеві структури взаємодії економічних агентів.

Оскільки в мультиагентну модель закладено припущення, що поінформованість економічного агента обмежена радіусом взаємодії, який росте

з огляду на технологічний прогрес агента, а сам агент, таким чином, збільшує мережу зв'язків, модель породжує виключно мережеві структури взаємодії агентів.

У цілому, експериментування з моделлю дозволило визначити допустимі межі зміни її параметрів і дослідити характер їх впливу на модельні траєкторії. Було встановлено, що система розвивається слабо, якщо в ній мало агентів, технології поширюються повільно. Зі збільшення кількості агентів зростає сукупний випуск модельного світу. Якщо ж цей процес супроводжується пом'якшенням умов виживання економічних агентів (вимог до розміру їх капіталу), система переходить на високі темпи розвитку.

При цьому ціна технології також впливає на рівень сукупного випуску: якщо вона коливається навколо середнього, система зростає нешвидко, коли ж ціна приймає граничні значення, модельний світ переключасться на розвиток із високими темпами.

Розглядаючи отримані набори траєкторій через призму феноменів інформаційної економіки, можна сказати, що м'які умови середовища, які дозволяють виживати навіть дрібним агентам, призводять до зростання кількості каналів передачі інформації і, як наслідок, до збільшення швидкості поширення нових технологій і розвитку модельного світу високими темпами, породжуючи ефекти сетевізації, глобалізації, демонополізації та інформатизації системи. Цікаво, що ці траєкторії характеризуються граничними значеннями ціни технології.

Порівняльний аналіз траєкторій макророзвитку, виявлених у процесі експериментування з двома моделями (мультиагентною і економетричною), свідчить про можливість опису техніко-економічного розвитку як безперервного процесу зміни макророзвитку, які можуть бути описані в термінах економічного циклу (фазами зародження, зростання, насичення і спаду), що підтверджують можливість використання еволюційної моделі взаємодії економічних агентів для аналізу впливу параметрів технологічного розвитку на характер і темпи макроекономічної динаміки.

### **Література до розділу**

1. Agent Building and Learning Environment [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.alphaworks.ibm.com/tech/able>
2. AgentBuilder [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.agentbuilder.com>
3. Ascape [Electronic Resource]. – Way of access : <http://ascape.sourceforge.net/index.html#Introduction>
4. Brahms [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.agentisolutions.com/index.htm>

5. COMon-pool Resources and Multi-Agent Simulations [Electronic Resource]. – Way of access : <http://cormas.cirad.fr/indexeng.htm>
6. Construct [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.casos.cs.cmu.edu/projects/construct/index.php>
7. DeX [Electronic Resource]. – Way of access : <http://dextk.org/dex/-index.html>
8. Distributed Operator Model Architecture [Electronic Resource]. – Way of access : <http://omar.bbn.com/>
9. ECHO [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.santafe.edu/~pth/echo/>
10. Framework for Agent-based MOdelling with JAva [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.usf.uos.de/projects/famoja/>
11. GPU Agents [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.me.mtu.edu/~rmdsouza/ABM\\_GPU.html](http://www.me.mtu.edu/~rmdsouza/ABM_GPU.html)
12. GROWlab [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.icr.ethz.ch/research/growlab/>
13. Himoff Jonathan. Magenta technology multi-agent logistics i-Scheduler for road transportation / Himoff Jonathan, Rzevski George and Skobelev Petr // Proceedings of the fifth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems. – New York, NY, USA, 2006. – P. 1514–1521.
14. JAS [Electronic Resource]. – Way of access : <http://jaslibrary.sourceforge.net/>
15. Jason [Electronic Resource]. – Way of access : <http://jason.sourceforge.net/>
16. Java Auction Simulator API [Electronic Resource]. – Way of access : <http://sourceforge.net/projects/jasa/>
17. Java Enterprise Simulator [Electronic Resource]. – Way of access : <http://web.econ.unito.it/terna/jes/>
18. JCA-Sim [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.jweimar.de/jcasim/jcasim.html>
19. jEcho [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.brianmcindoe.com/>
20. Jess [Electronic Resource]. – Way of access : <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>
21. Kwasnicki W., Kwasnicka H. Market, innovation, competition: An evolutionary model of industrial dynamics / W. Kwasnicki, H. Kwasnicka // Journal of Economic Behavior & Organization, Elsevier. – 1992. – Vol. 19 (3). – P. 343–368.
22. Laboratory for Simulation Development. [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.business.aau.dk/lsd/lsd.html>

23. MAGSY [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www-ags.dfki.uni-sb.de/~kuf/magsy.html>
24. Marsella S. PsychSim: Agent-based modeling of social interactions and influence., in Proceedings of the International Conference on Cognitive Modeling, Pittsburg / S. Marsella, D. V. Pynadath, S. J. Read. – 2004.
25. MASON [Electronic Resource]. – Way of access : <http://cs.gmu.edu/~eclab/projects/mason/>
26. MasSoc [Electronic Resource]. – Way of access : <http://inf.ufrgs.br/massoc>
27. MATLAB [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/matlab\\_product\\_page.html](http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/matlab_product_page.html)
28. Micro-und Multilevel Modelling Software [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.uni-koblenz.de/~moeh/projekte/mimose.html>
29. Moduleco [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.cs.manchester.ac.uk/ai/public/moduleco/>
30. Multi Agent Development Kit [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.madkit.org/>
31. Multi-Agent Modeling Language [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.maml.hu/>
32. Multimodeling Object-Oriented Simulation Environment [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.cise.ufl.edu/~fishwick/moose.html>
33. Multimodeling Object-Oriented Simulation Environment [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.cognitiveagent.com/>
34. NetLogo [Electronic Resource]. – Way of access : <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>
35. Object Based Environment for Urban Simulation [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.enib.fr/~harrouet/oris.html>
36. OECD, Main Science and Technology Indicators database [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.oecd.org/sti/msti.htm>
37. Omonia [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.xlog.ch/omonia/>
38. Panzarasa Pietro. A logical approach to formalizing negotiation in multi-agent systems / Panzarasa Pietro, Carley Kathleen M., Jennings, Nicholas R. // Center for Computational Analysis of Social and Organizational Systems (CASOS), Carnegie Mellon University. – Pittsburgh, PA, 2003.
39. Political Science-Identity [Electronic Resource]. – Way of access : <http://ps-i.sourceforge.net/>
40. SDML: a Strictly Declarative Modelling Language [Electronic Resource]. – Way of access : <http://cfpm.org/sdml/>
41. Shell for Simulated Agent Systems [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.simsesam.de/>

42. Silverberg G. Innovation, diversity and diffusion: a self-organisation model / G. Silverberg, G. Dosi, L. Orsenigo // *The Economic Journal*. – 1988. – P. 1032–1054; Silverberg G., Lehnert D. Growth Fluctuations in an Evolutionary Model of Creative Destruction. *The Economics of Growth and Technical Change* / G. Silverberg, D. Lehnert ; ed. by G. Silverberg, L. Soete. – Cornwall, 1994.
43. SimAgent [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.cs.bham.ac.uk/research/projects/poplog/packages/simagent.html>
44. SimBioSys [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.lucifer.com/~david/SimBioSys/>
45. SimPack [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.cis.ufl.edu/~fishwick/simpack/simpack.html>
46. SimPlusPlus [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.simplusplus.com/>
47. Spatial Modeling Environment [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.uvm.edu/giee/SME3/>
48. Sugarscape [Electronic Resource]. – Way of access : <http://sugarscape.sourceforge.net/>
49. System Effectiveness Analysis Simulation [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.teamseas.com/>
50. Tesfatsion L. Agent-Based Computational Economics: A Constructive Approach to Economic Theory / L. Tesfatsion // *Handbook of Computational Economics, Vol. 2: Agent-Based Computational Economics*, North-Holland. – Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, 2006.
51. Tryllian Agent Development Kit [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.tryllian.com/>
52. VisualBots [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.visualbots.com/>
53. VSEit [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.vseit.de/>
54. ZEUS [Electronic Resource]. – Way of access : <http://labs.bt.com/projects/agents/zeus/>
55. Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / С. Ю. Глазьев. – М. : ВладДар, 1993.
56. Гриценко А. А. Архитектоника безопасности экономической и финансовой систем Украины / А. А. Гриценко // *Актуальні питання фінансової безпеки держави : збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні питання безпеки фінансової системи держави»*. – Харків, 2014.
57. Докинз Р. Эгоистичный ген / Р. Докинз ; пер. с англ. Н. Фоминой. – Москва : АСТ:CORPUS, 2013. – 512 с.
58. Кононова Е. Ю. Эволюция макрогенераций: мультиагентный подход / Е. Ю. Кононова, Н. В. Акулов // *Бизнес информ.* – 2013. – № 10. – С. 166–170.

59. Кононова Е. Ю. Моделирование макроэкономической динамики на основе мультиагентного подхода / Е. Ю. Кононова, П. В. Сухомлин // Сборник тезисов международной конференции «Актуальные проблемы экономики Украины: тенденции, риски, стимулы». – Днепропетровск, 2013.
60. Кононова Е. Ю. Мультиагентная модель эволюции макрогенераций: анализ чувствительности. Моделирование и информационные технологии в исследовании социально-экономических систем: теория и практика : монография / Е. Ю. Кононова ; под ред. В. С. Пономаренко, Т. С. Клебановой. – Бердянск, 2014. – С. 40–51.
61. Кононова Е. Ю. Мультиагентная модель экономической эволюции: анализ чувствительности траекторий / Е. Ю. Кононова, Э. А. Ковпак, П. В. Сухомлин // Бизнес информ. – 2015. – № 4. – С. 105–112.
62. Коротаев А. В. Социальная эволюция: факторы, закономерности, тенденции / А. В. Коротаев. – Москва : ИФ «Восточная литература» РАН, 2003.
63. Кунин Е. В. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции / Е. В. Кунин. – М., ЗАО «Издательство Центрполиграф». – 2014.
64. Маевский В. И. Введение в эволюционную макроэкономику / В. И. Маевский ; Российская Академия Наук. Институт экономики ; Центр эволюционной экономики. – М. : Япония сегодня, 2008.
65. Меркулова Т. В., Кононова Е. Ю. Эволюционные процессы в экономике: моделирование динамики макрогенераций. Моделирование социально-экономических систем: теория и практика : монография / Т. В. Меркулова, Е. Ю. Кононова ; под ред. В. С. Пономаренко, Т. С. Клебановой, Н. А. Кизима. – Х. : ИД «ИНЖЭК», 2012.
66. Нельсон Уинтер. Эволюционная теория экономических изменений / Нельсон Уинтер. – М. : Финстатинформ, 2000.
67. Новиков Д. А. Иерархические модели военных действий / Д. А. Новиков // Управление большими системами. – М. : ИПУ РАН, 2012. – Вып. 37. – С. 25–62.
68. ORIS [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.enib.fr/~harrouet/>
69. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. – ИД Вильямс, 2006. – 1408 с.
70. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика / В. Б. Тарасов. – М. : Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.
71. Чухно А. Модернизация экономики и экономическая теория / А. Чухно // Вопросы политической экономии. – 2012. – № 4 (5). – С. 5–18.
72. Шумпетер Й. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия / Й. Шумпетер. – М. : ЭКСМО, 2007.

## РОЗДІЛ 5

### МЕРЕЖЕВІ ЕФЕКТИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ

#### 5.1. Соціальні мережі як феномен інформаційної економіки

Стрімкий розвиток інформаційних технологій у кінці ХХ ст. істотно посилив позиції віртуального простору в обслуговуванні взаємодії людей. Сьогодні Інтернет став невід'ємною частиною культурного, економічного, соціального та політичного життя суспільства. Він являє собою складну інформаційну структуру, що складається з тисяч корпоративних, наукових, урядових та домашніх комп'ютерних мереж. Масштаб і різноманітність учасників дозволяє говорити про Інтернет не тільки як про засіб відкритого зберігання і розповсюдження інформації, а й про нове, віртуальне середовище обслуговування взаємодії людей.

У теперішньому столітті всесвітня павутина розширюється колосальними темпами, число інтернет-користувачів у світі перевищило за 3 млрд чоловік (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

#### Статистика населення і користувачів Інтернету у світі [15]

Регіони	Користувачі Інтернету, 2014	Розповсюдження (% від насел.)	Ріст (2000–2014)
Африка	297 885 898	25.5 %	6 498.6 %
Азія	1 386 188 112	34.7 %	1 112.7 %
Європа	582 441 059	70.5 %	454.2 %
Ближній Схід	111 809 510	48.3 %	3 303.8 %
Північна Америка	310 322 257	87.7 %	187.1 %
Латинська Америка	320 312 562	52.3 %	1 672.7 %
Океанія/Австралія	26 789 942	72.9 %	251.6 %
Всього у світі	3 035 749 340	42.3 %	741.0 %

Самоорганізація користувачів Інтернету та венчурні бізнеси, побудовані на цьому ефекті, є одним із найяскравіших феноменів інформаційної економіки. Інтерес бізнесу до різних інтернет-проектів, інвестування в які поряд із високими ризиками обіцяє й значні прибутки, стрімко зростає. Публікації останніх років, у яких розглядаються різні аспекти розвитку

інтернет-простору (розвиток сервісів, самоорганізація користувачів, типи конкурентної динаміки веб-проектів та ін.), свідчать про високий науковий інтерес до цієї проблематики.

Різноманіття сервісів Інтернету можна представити у вигляді такої схеми (рис. 5.1).

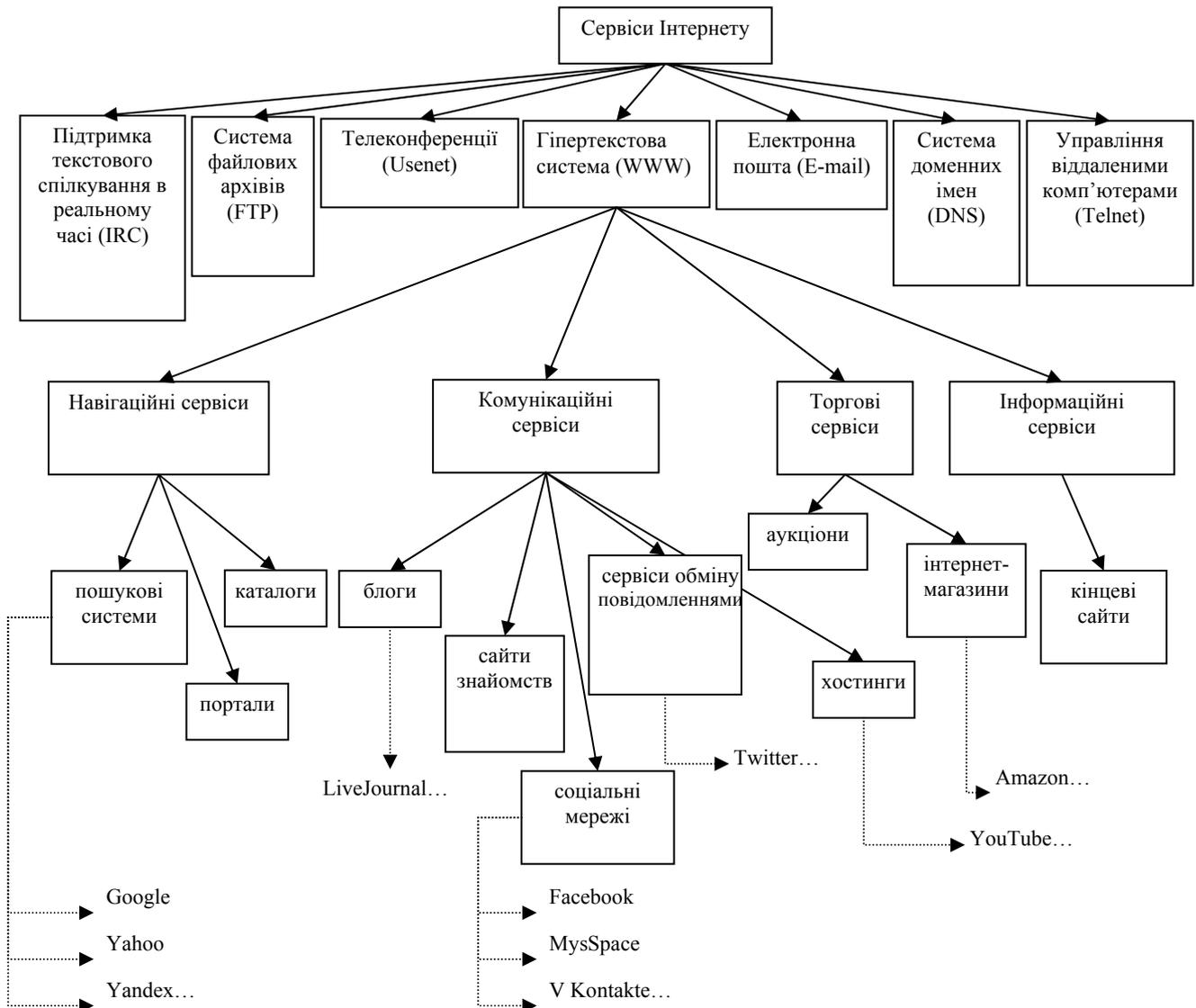


Рис. 5.1 – Структурна схема організації сервісів в Інтернеті

На рівні інтернет-сервісів зміни відбуваються досить рідко (за мірками швидкості його розвитку в цілому) – частина сервісів відходить на другий план (наприклад, gopher), частина продовжує активно розвиватися (зокрема, всесвітня павутина – www). Наприкінці 2005 р. заговорили про появу якісно нових тенденцій у розвитку всесвітньої павутини – на зміну інформаційним і торговим сервісам прийшли комунікаційні, – таких гігантів віртуального бізнесу, як Ebay і Amazon, потіснили ресурси,

засновані на технології веб 2.0<sup>128</sup> – Facebook, Wikipedia та YouTube (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

**Рейтинг відвідуваності інтернет-сайтів [28]**

Рейтинг	2005	2008	2010	2014
1.	yahoo.com	yahoo.com	Facebook.com	google.com
2.	msn.com	youtube.com	youtube.com	Facebook.com
3.	google.com	live.com	yahoo.com	youtube.com
4.	ebay.com	google.com	live.com	yahoo.com
5.	amazon.com	myspace.com	wikipedia.org	baidu.com
6.	microsoft.com	Facebook.com	msn.com	wikipedia.org
7.	myspace.com	msn.com	baidu.com	twitter.com
8.	google.co.uk	hi5.com	qq.com	amazon.com
9.	aol.com	wikipedia.org	microsoft.com	qq.com
10.	go.com	orkut.com	sina.com.cn	linkedin.com

Як видно з табл. 5.2, серед комунікаційних сервісів найбільш швидкими темпами в останні кілька років ростуть соціальні мережі<sup>129</sup> (про що свідчить, зокрема, друге місце в рейтинзі 2014 р. мережі Facebook).

Д. Губанов та ін. [43] визначають соціальну мережу як структуру, що складається з множини агентів і визначеної на неї множини відносин. В інтернет-просторі під цим терміном розуміється інтерактивний багато-користувацький веб-сайт, заснований на концепції веб 2.0, який служить для створення і підтримки особистих і професійних зв'язків між людьми [56]. Комунікаційний сервіс, що надається цими мережами, об'єднує користувачів за формальними і неформальними ознаками і надає інструменти для самовираження, роботи і прояви соціальної активності (рис. 5.2).

Перша соціальна мережа (classmates.com) була створена в 1995 р. для підтримки контактів із колишніми однокласниками та друзями. У даний час в Інтернеті діють більше тисячі соціальних мереж, з них близько 100 можна назвати великими, а Facebook і Twitter – одними з найбільш популярних. Вони об'єднують в основному англомовних користувачів, проте активно розвивають і локалізовані версії в багатьох країнах. Високу популярність мають також і регіональні мережі: wer-kennt-wen, studiVZ в Німеччині; QQ,

<sup>128</sup> У розвитку комунікаційних сервісів можна виділити 2 етапи: веб 1.0, основною ознакою якого є односторонній потік інформації з боку його творця, і веб 2.0, який характеризується децентралізацією змісту веб-сайту, коли численні користувачі можуть взаємодіяти один з одним і брати участь у процесі коригування та додавання контенту (інформації). Появу терміна «Веб 2.0» прийнято пов'язувати зі статтею Т. О'Реллі «Що таке Веб 2.0» [21].

<sup>129</sup> Термін «соціальна мережа» (англ. social network) був введений у 1954 році соціологом з «Манчестерської школи» Д. Барнсом у роботі «Класи і збори в норвезькому острівному приході», що увійшла до збірки «Людські стосунки» [59].

Xiaonei в Китаї; VKontakte і Odnoklassniki в Росії та Україні. На регіональних ринках спостерігається тенденція посилення конкуренції локалізованих версій світових лідерів і регіональних соціальних мереж.

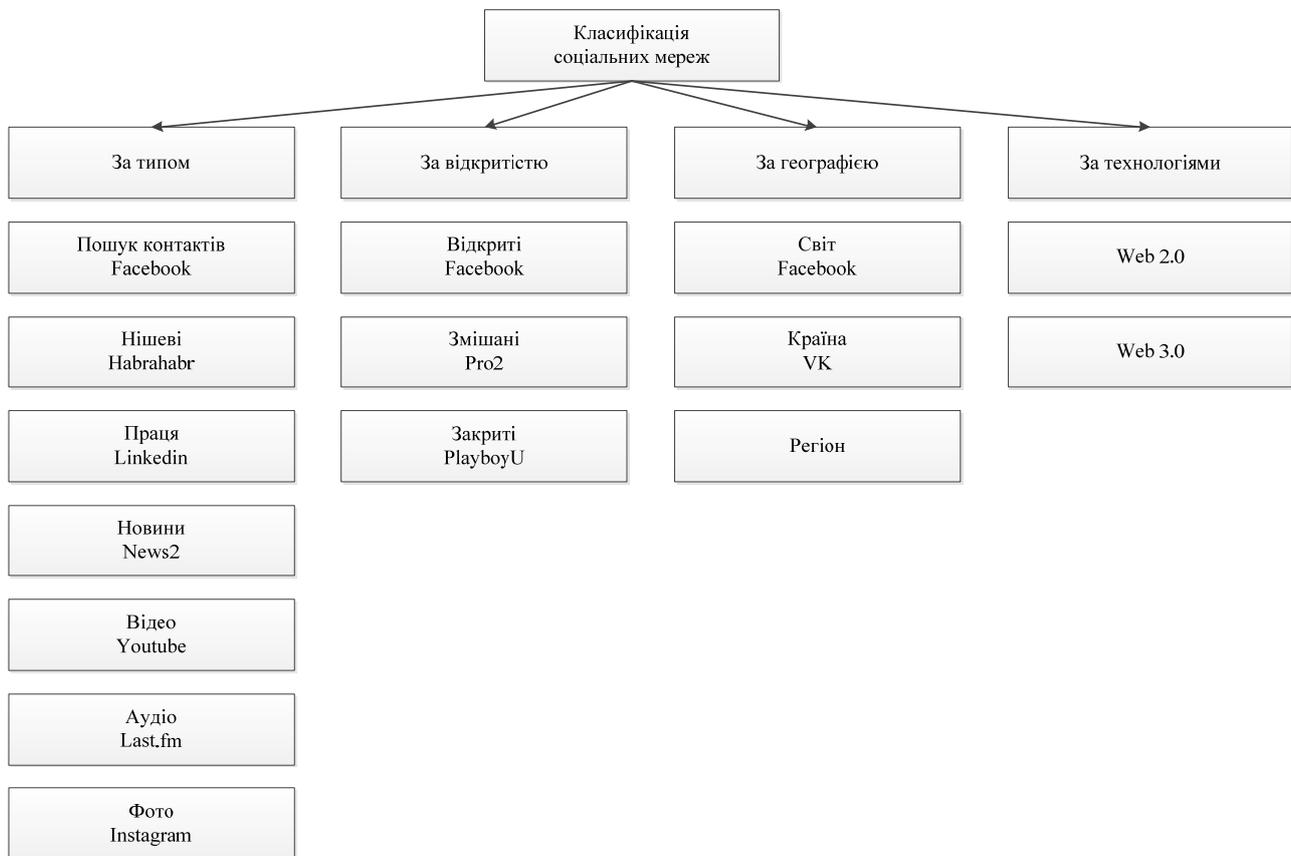


Рис. 5.2 – Класифікація соціальних мереж

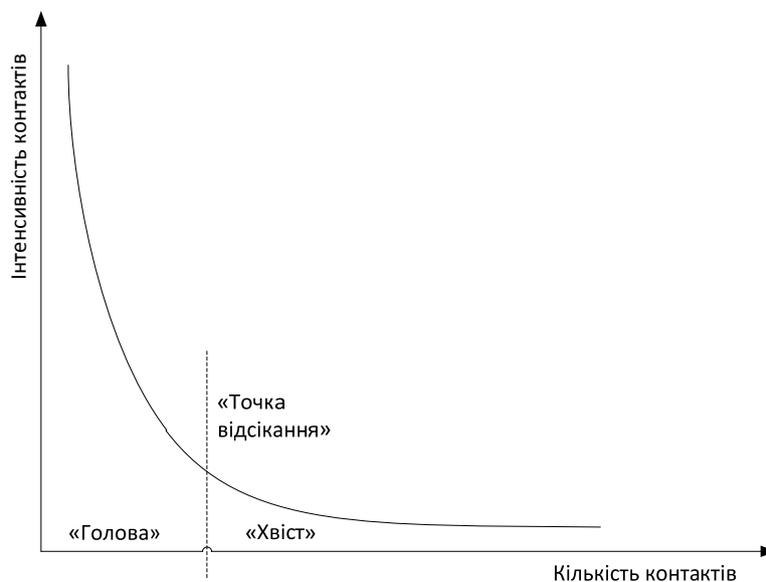
З точки зору бізнесу соціальні мережі являють собою венчурні високоризиковані проекти з нечіткими термінами повернення інвестицій<sup>130</sup>.

<sup>130</sup> Наприклад, основні угоди щодо інвестування мережі FaceBook. У 2004 р М. Цукербергу (засновнику мережі) на розвиток FaceBook вдалося залучити 500 тис. дол. від компанії PayPal. У травні 2005 р. венчурна компанія Accel Partners інвестувала в проект ще 13 млн дол., у тому ж році домен facebook.com був викуплений у корпорації Aboutface за 200 тис. дол. Розвиток проекту йшов стрімкими темпами: у квітні 2006 р. facebook.com вже перебував у десятці лідерів серед соціальних мереж за кількістю відвідувачів [29]. У тому ж році проект отримав вливання в розмірі 25 млн дол. від низки венчурів (Graylock Partners, Accel Partners, Meritech Capital Partners, Peter Thiel). Усього, за три роки обсяг венчурних інвестицій склав 38,5 млн дол. Вартість проекту facebook.com і його сумарні доходи становлять досить значні цифри. У жовтні 2007 р. компанія Microsoft уклала угоду з купівлі 1,6 % акцій FaceBook за 240 млн дол. Відповідно, весь проект був оцінений у 15 млрд дол. У грудні 2007 р. голова азійського телекомунікаційного конгломерату «Hutchinson Whampoa» Лі Ка-Шинг також купив невеликий пакет акцій facebook.com. За даними Dow Jones, Лі заплатив 60 млн дол. за пакет розміром 0,4 % [17]. Варто відзначити, що згідно з дослідженнями журналу Wall Street Journal [30], дохід facebook.com за 2007 р. оцінювався в 150 млн дол. при витратах близько 30 млн. У 2008 р. журнал Time назвав Цукерберга одним із найвпливовіших людей, а Fast Company поставила FaceBook на 15-те місце в списку 50 найбільш інноваційних компаній 2009 р. У 2010 р. за оцінкою Financial Times мережа FaceBook заробила близько 2 млрд дол. [45].

Соціальним мережам притаманні всі ризики інтернет-бізнесів: висока конкуренція, можливість швидкого копіювання успішних технологій, залежність від команди розробників [40].

Основні проблеми створення подібних проектів пов'язані із завищеною оцінкою входу на ринок, необхідністю істотного фінансування проекту, а також відсутністю у більшості розробників чіткої бізнес-моделі його монетизації<sup>131</sup>. Тому, незважаючи на високу прибутковість найбільших соціальних мереж (наприклад, Facebook), багато проектів веб 2.0 досі збиткові, оскільки вимагають величезної кількості ресурсів для підтримки своєї працездатності: персонал, сервери зберігання даних, дорога розробка і т. д.

Найважливішим завданням власників соціальних мереж є пошук шляхів їх монетизації. Фактично, основним джерелом споживчої вартості онлайн-мереж є обсяг соціальних зв'язків, які вони здатні забезпечити. У зв'язку з цим феноменом К. Андерсон сформулював концепцію «довгого хвоста», згідно з якою для інформаційної економіки характерний зростаючий вплив нішевих продуктів, прибуток від продажів яких можна порівнювати з прибутком від продажу бестселерів [4]. Ця ж концепція може бути застосована і до аналізу розподілу соціальних контактів індивідуума. Форма кривої, представленої на рис. 5.3, показує, що окрема людина має тісні контакти з невеликою кількістю людей, зв'язок з якими можна підтримувати, не вдаючись до послуг онлайн-соціальної мережі («голова» кривої). Потім, після «точки відсікання», слідує більшість контактів, з якими індивід має нечасті зв'язки, зазвичай важкодоступні оффлайн («хвіст» кривої).



**Рис. 5.3 – Крива Андерсона розподілу числа соціальних зв'язків за інтенсивністю їх використання**

<sup>131</sup> Під монетизацією соціальних мереж мається на увазі створення можливостей (каналів) отримання доходу за допомогою мережі.

А. Ендерс [9], розглядаючи три основні моделі монетизації соціальних мереж (дохід від реклами, платні сервіси, укладання угод через мережу), виділила основні фактори, що впливають на успіх тієї чи іншої моделі, і описала результати впливу використовуваної схеми монетизації на параметри кривої Андерсона (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

**Аналіз впливу екзогенних факторів на успіх  
тієї чи іншої моделі монетизації**

Модель монетизації	Фактори			Результат
	Кількість користувачів	Готовність платити	Довіра	
Реклама	дуже сильне	слабка	слабка	подовження хвоста
Сервіси	помірне	дуже сильна	помірна	потовщення хвоста
Угоди	сильне	помірна	дуже сильна	зрушення точки відсікання

Розглянемо наведені моделі монетизації і фактори, що впливають на їх успіх, докладніше. Реклама є найпоширенішою моделлю монетизації онлайнових соціальних мереж. Оскільки на її успіх найбільш сильно впливає кількість користувачів мережі, основні зусилля в межах цієї моделі спрямовані на:

- 1) оптимізацію системи рекомендацій з метою запрошення максимально можливого числа користувачів;
- 2) розробку системи заохочень для нових користувачів мережі;
- 3) залучення учасників з уже сформованою обширною мережею контактів (так званих хабів) [4].

Ці заходи призводять до подовження «хвоста» кривої Андерсона за рахунок залучення поточними користувачами мережі нових (рис. 5.4).

Рекламні інструменти монетизації соціальної мережі досліджуємо на прикладі одного з найуспішніших проєктів – мережі Facebook. До них належать:

1. Банерний показ реклами. Майже на всіх сторінках Facebook розташований рекламний банер [39]. З кожного рекламного банера Facebook отримує 0,30 євро за тисячу показів. На цьому типі реклами у 2009 р. мережа заробила близько 350 млн дол. [44].

2. Реклама на ринку<sup>132</sup>. Будь-який користувач, який розмістив оголошення на ринку (ця послуга безкоштовна), може рекламувати його

<sup>132</sup> Ринок (marketplace) – спеціалізовані сторінки FaceBook, де зареєстровані користувачі можуть розмішувати приватні оголошення; флайер – коротке рекламне повідомлення, що є посиланням на вже існуюче оголошення на ринку.

флаєрами. Вартість 500 показів становить 1 дол., і ще 1 дол. необхідно заплатити за кожен ринок. Таким чином, мінімальна плата становить 2 дол. Цей вид реклами приносить проекту близько 700 тис. дол. щомісяця [39].

3. Соціальна реклама (аналог вірусної). Її суть полягає в розповсюдженні реклами за соціальним графом – від користувача до його друзів.

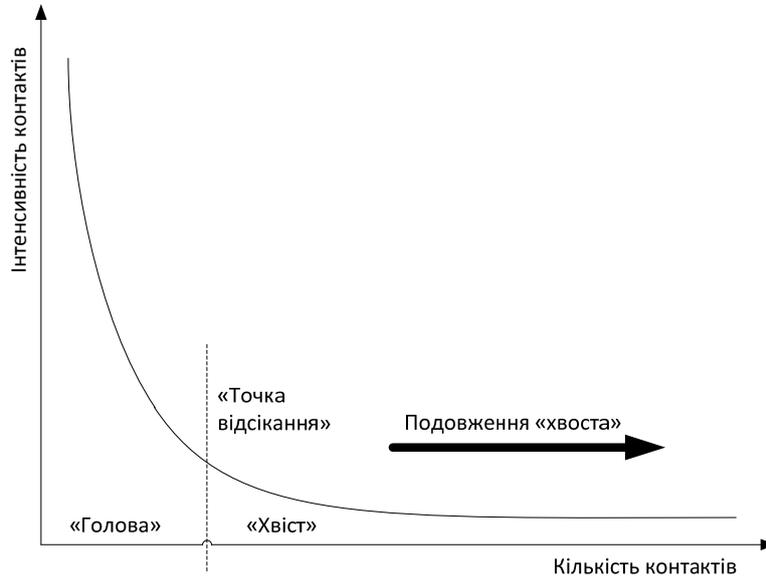


Рис. 5.4 – Подовження «хвоста» кривої Андерсона

4. Спонсорські групи – особливий тип груп у мережах, призначений для позиціонування бранда, створення і підтримки його активної аудиторії. Спонсорські групи мають власні рекламні майданчики, реклама інших компаній на сторінках спонсорських груп не показується. Підтримка такої групи обходиться в 100 тис. дол. на місяць. Згідно з оцінками аналітиків Inside Facebook, у 2009 р. мережа заробила близько 225 млн дол. на брендовій рекламі [44].

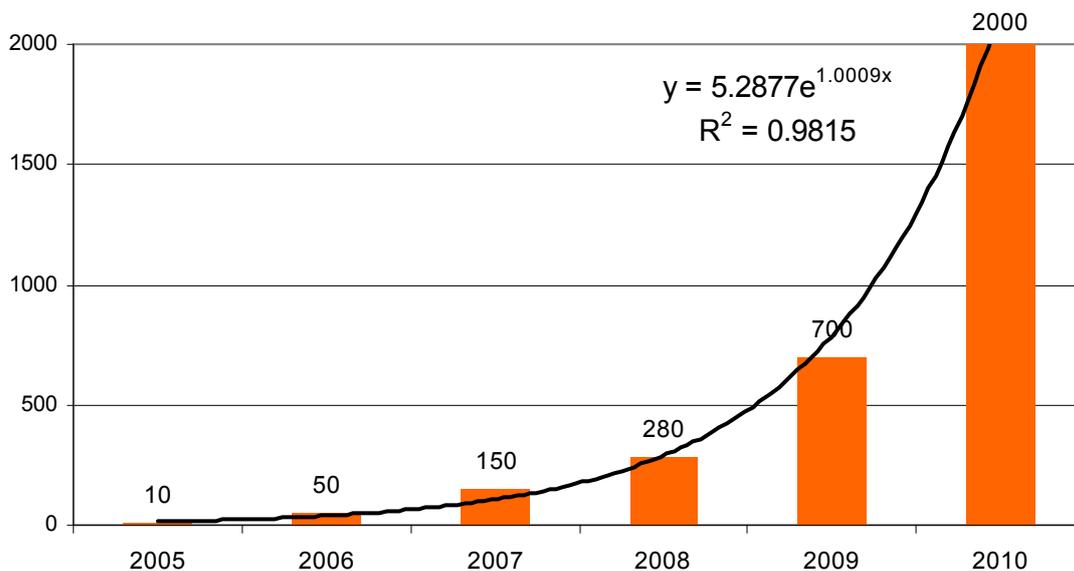


Рис. 5.5 – Динаміка доходів соціальної мережі Facebook, млн дол. [17]

Завдяки цим сервісам дохід Facebook стрімко зростає, щороку її доходи збільшуються приблизно вдвічі (рис. 5.5), що дозволило компанії у 2008 р. досягти беззбитковості.

У 2010 р. рекламодавці вклали в соціальні мережі більше 3 млрд дол. Аналітична компанія eMarketer надала статистику витрат на рекламу в соціальних мережах США й у світі в цілому (рис. 5.6).

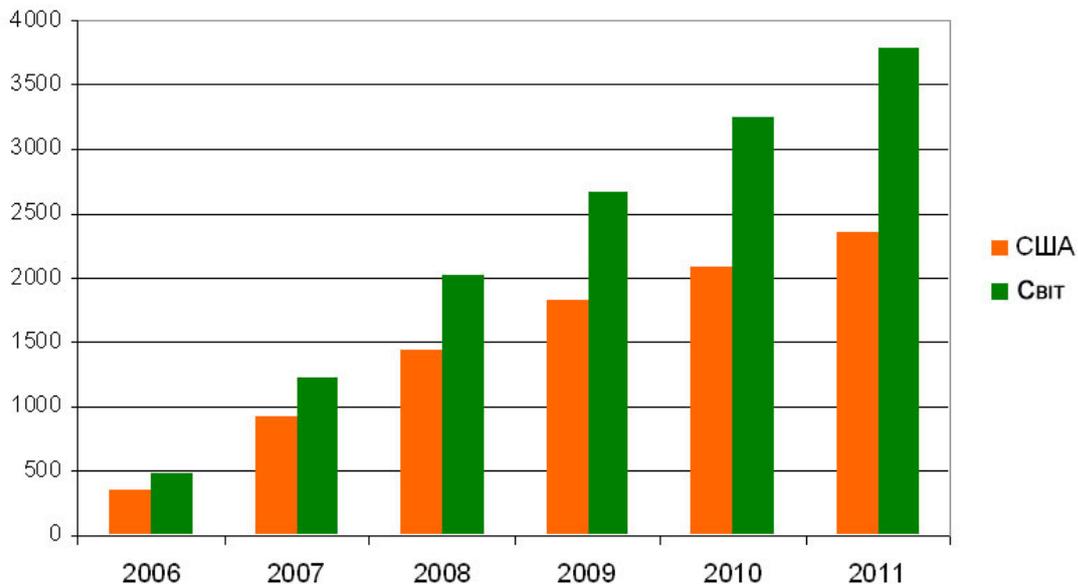


Рис. 5.6 – Динаміка рекламних бюджетів соціальних мереж, млн дол. [17]

Успіх реклами як моделі монетизації соціальних мереж забезпечується доступом до двох найважливіших джерел даних:

- 1) профіль та інформація, заповнена самим користувачем;
- 2) його поведінка – недобровільно залишена інформація.

Побудова рекламної стратегії здійснюється на основі аналізу цих даних. Аналіз профілів дозволяє показувати максимально точну рекламу, що з великою ймовірністю буде цікава користувачеві, тобто ефективно таргетувати рекламу за статтю, віком, доходом, професією і т. д. [55].

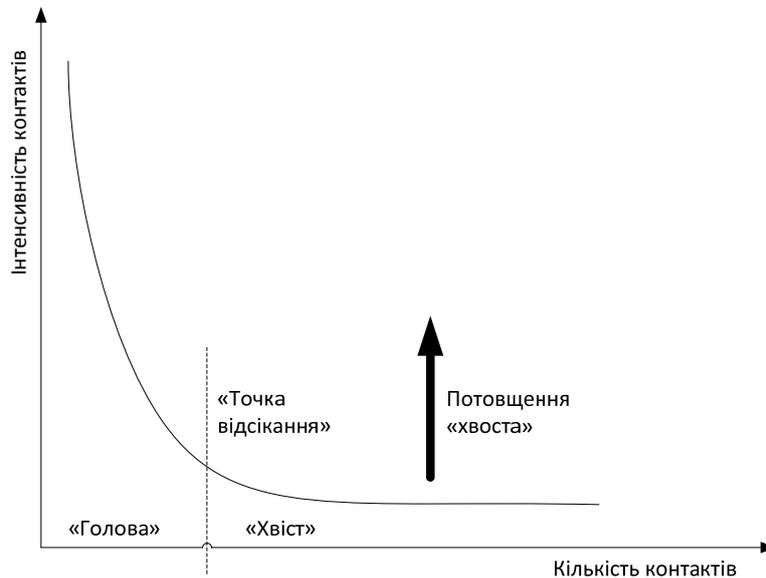
Поряд із рекламою досить прибутковим способом монетизації соціальних мереж є платні сервіси. Більшість мереж пропонують різноманітні платні послуги, найчастіше це дешеві способи для виділення користувачів або допомога в досягненні якої-небудь мети.

Найважливішим фактором, що визначає готовність користувача заплатити за сервіс, є створення унікальної споживчої цінності, яка забезпечується якістю контенту. Доступ користувачів до різних експертних груп призводить до підвищення інтенсивності використання мережі і, як наслідок, до потовщення «хвоста» кривої Андерсона (рис. 5.7).

Основні заходи в межах цієї моделі спрямовані на:

- 1) заохочення створення унікального користувацького контенту;

- 2) збільшення активності користувачів за рахунок розширення користувальницьких аккаунтів;
- 3) пропозиції пакетів послуг з різними ціновими схемами [4].



**Рис. 5.7 – Потовщення «хвоста» кривої Андерсона**

Третьою основною моделлю отримання доходів є укладення угод через мережу. Угоди можуть бути двох типів: внутрішні і зовнішні. Внутрішні – придбання користувачами матеріальних, інформаційних товарів або послуг у провайдерів платформи, наприклад, віртуальні подарунки в мережі Facebook. Зовнішні угоди мають місце, якщо власники соціальної мережі продають створений членами спільноти або третьою стороною контент або надають можливості для укладення угод між користувачами.

Найважливішим фактором монетизації в межах цієї моделі є високий рівень споживчої довіри – користувачі повинні довіряти як самій платформі, так і потенційним партнерам. У результаті, спонукаючи користувачів взаємодіяти і встановлювати ділові відносини, інтенсивність контактів із людьми, зв'язок з якими до цього був дуже рідкісним, зростає, «точка відсікання» зсувається вправо, переміщаючи попит у «хвіст» кривої Андерсона (рис. 5.8).

Здвиг попиту у «хвіст» може досягатися за рахунок:

- 1) збільшення споживчої довіри як до платформи, так і до інших користувачів;
- 2) вдосконалення механізмів пошуку для досягнення відповідності попиту та пропозиції [4].

Надаючи доступ до довгого хвоста онлайн-соціальних мереж – додаткових контактів, недоступних при традиційних соціальних зв'язках, соціальні мережі дозволяють придбати і зберегти необмежену кількість віртуальних контактів.



Рис. 5.8 – Здвиг «точки відсікання» кривої Андерсона

Розглядаючи цю схему з точки зору практичної реалізації, відзначимо, що віртуальні подарунки – можливість дарувати один одному за символічну ціну картинки з кумедними зображеннями і супутніми написами, є досить істотним джерелом доходу Facebook. У середньому ця модель монетизації, побудована на внутрішніх угодах, приносить Facebook близько 2 млн дол. на місяць [17].

Аналізуючи зовнішні угоди в крайньому своєму прояві, не можна не згадати про схему отримання доходу за рахунок продажу мережі в цілому. Оскільки соціальні мережі є дорогим венчурним проектом, цей напрямок є одним із найпопулярніших способів їх монетизації. Для цього створюється стартап<sup>133</sup>, він набуває користувачів і продається великим компаніям, які мають достатні ресурси для просування та розвитку подібних проектів.

## 5.2. Еволюційні моделі веб-динаміки

Як показав аналіз (див. табл. 5.3), найважливішим ціноутворюючим фактором у всіх наведених схемах монетизації соціальних мереж є загальна кількість її учасників. Одним із перших оцінювати цінність соціальних мереж на основі цього чинника запропонував Д. Сарнов<sup>134</sup>. Закон Сарнова (Sarnoff's Law) говорить, що цінність мережі зростає прямо пропорційно кількості учасників –  $n$ . Р. Меткалф (Metcalf's Law) [26] уточнив цю оцінку

<sup>133</sup> Стартап або стартап-компанія (від англ. start-up – запускати) – компанія з короткою історією операційної діяльності. Найчастіше термін стартап використовується для позначення нещодавно створених веб-проектів, які перебувають у стадії розвитку або дослідження перспективних ринків.

<sup>134</sup> Д. Сарнов – засновник американської Національної радіомовної компанії (NBC).

і визначив, що цінність соціальної мережі асимптотично росте як  $n^2$ . Д. Рід (Reed's Law) [25], допускаючи правильність попередніх двох законів, додав у вираз для цінності мережі складову, пов'язану з об'єднанням багатьох користувачів у групи –  $2^n - n - 1$ . Масове руйнування доткомів у кінці 90-х років змусило дослідників обережніше поставитися до питання про цінність соціальних мереж. У [7] наводиться критика законів Меткалфа і Ріда та пропонується оцінювати зростання цінності мережі як  $n \ln(n)$  – закон Ципфа (Zipf's Law).

Ці закони є окремими випадками ступеневого закону, загальний вигляд якого можна записати таким чином:

$$f(x) = ax^k + o(x^k), \quad (5.1)$$

де  $a, k$  – константи,  $o(x^k)$  асимптотично мала функція від  $x^k$ .

Наприклад, у роботі Л. Адамик наводиться оцінка параметрів ступеневого закону для оцінки чисельності відвідувань різних сайтів (рис. 5.9) [1].

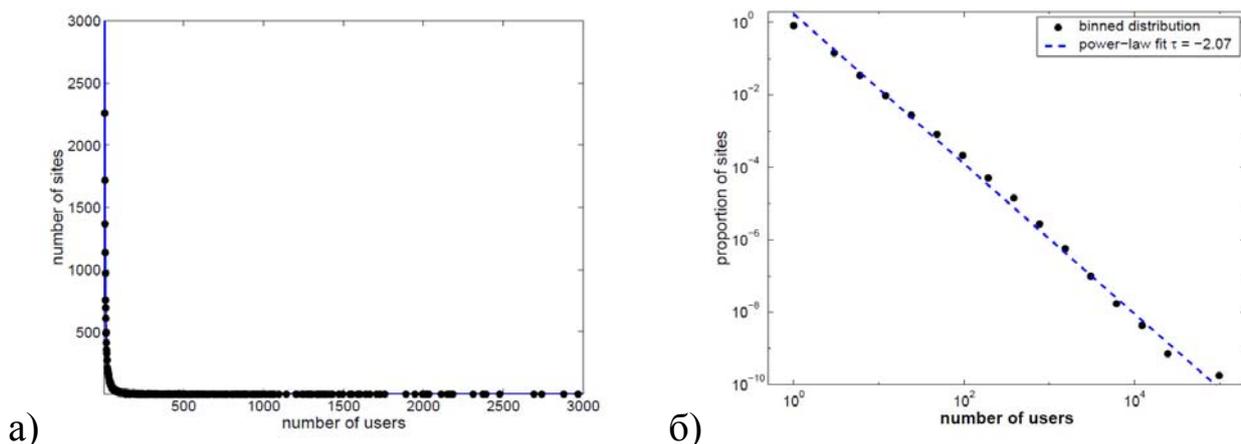


Рис. 5.9 – Розподіл користувачів по сайтах в Інтернеті (а – в абсолютних значеннях, б – у логарифмічній шкалі) [1]

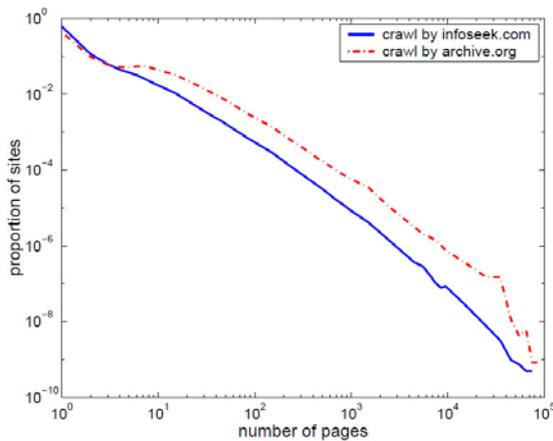
Крім кількості користувачів соціальних мереж, цей закон добре описує рангові розподіли популярності пошукових запитів; доменних імен за кількістю запитів; числа документів на різних веб-сайтах (рис. 5.10 а [1]); веб-сайтів за популярністю; повідомлень, що залишаються користувачами (рис. 5.10 б [5]); вхідних і вихідних посилань веб-сайту (рис. 5.10 в, г, [1]).

Ще одним інструментом, який широко використовується для оцінки і прогнозування чисельності користувачів соціальних мереж, є моделі нелінійної динаміки. С. Маурер і Б. Хуберман [18] одними з перших запропонували використовувати модифіковану модель Лотки-Вольтерра для дослідження динаміки кількості користувачів веб-проектів. Автори показали, що чисельність користувачів змінюється, не тільки виходячи з власних параметрів мережі, а й під впливом інших сайтів, які пропо-

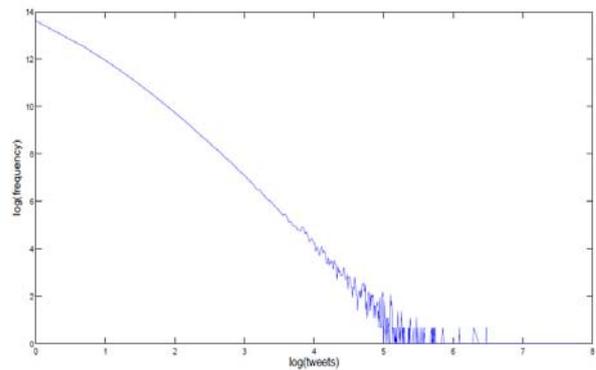
нують аналогічні сервіси (що досить важливо, враховуючи високу конкуренцію серед стартапів). Модель у їх інтерпретації являє собою таку систему диференціальних рівнянь:

$$dx_i / dt = a_i x_i (b_i - x_i) - \sum_{j=1, j \neq i}^{n-1} c_{ij} x_i x_j, \quad (5.2)$$

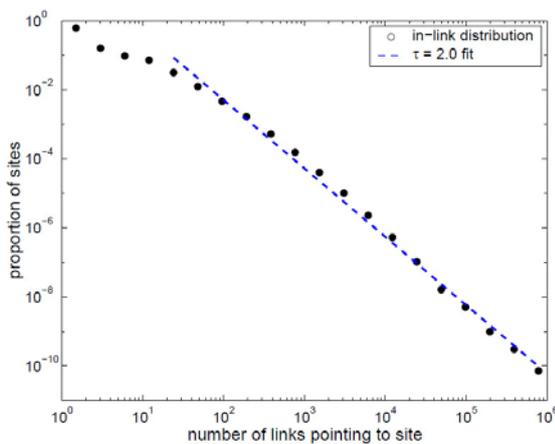
де  $x_i$  – частка загального числа унікальних користувачів<sup>135</sup>  $i$ -ї ( $i = \overline{1, n}$ ) соціальної мережі,  $a_i$  ( $a_i \geq 0$ ) – темп росту  $i$ -ї мережі,  $b_i$  ( $0 \leq b_i \leq 1$ ) – потужність мережі<sup>136</sup>,  $c_{ij}$  ( $c_{ij} \geq 0$ ) – рівень конкуренції між мережами<sup>137</sup>.



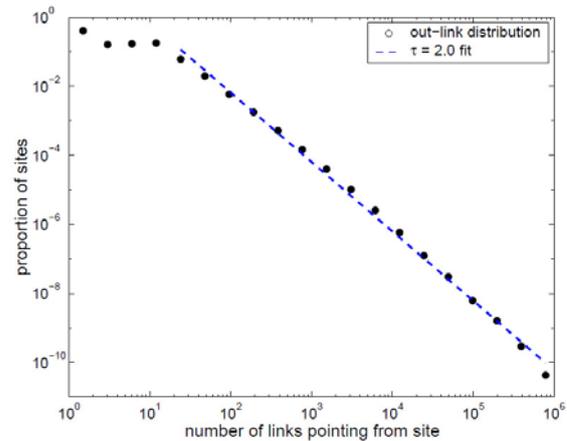
а) Розподіл кількості веб-сторінок на сайтах за даними Archive і Infoseek



б) Розподіл повідомлень, що залишаються користувачами



в) Розподіл кількості вхідних посилань



г) Розподіл кількості вихідних посилань

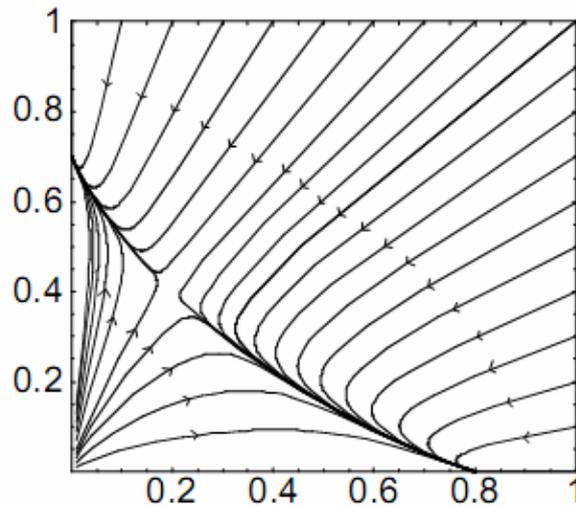
Рис. 5.10 – Приклади ступеневого розподілу в Інтернеті

<sup>135</sup> При визначенні унікального користувача фіксується факт перегляду ним вмісту сайту (один раз), незалежно від того, скільки разів користувач відвідував сайт. Для цього використовуються IP адреси, cookies, дані реєстрації.

<sup>136</sup> Потужність мережі відповідає потужності сервера, тобто кількості одночасних з'єднань, які може підтримувати мережа.

<sup>137</sup>  $c_{ij}x_i x_j$  – темп, з яким користувачі припиняють відвідувати  $i$ -й сайт. При цьому вважається, що  $i$ -та мережа сильно конкурує з  $j$ -ю, якщо  $c_{ij} > a_i$ .

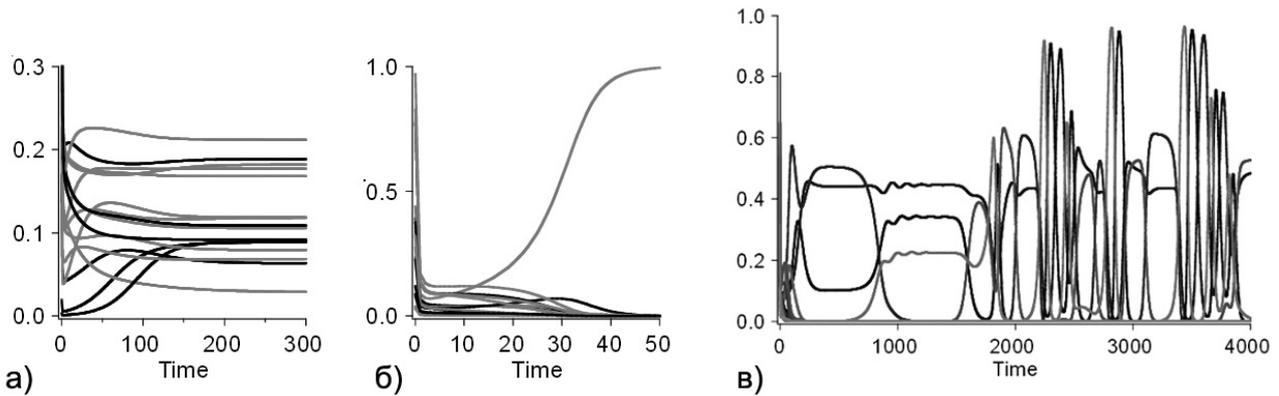
С. Маурер і Б. Хуберман проаналізували систему для двох сайтів з обмеженнями на параметри ( $a_1 = a_2 = 1, b_1 = b_2 = 1, c_{12} = c_{21} = c$ ), систему без обмежень (рис. 5.11), провели аналітичне дослідження в загальному випадку для  $n$  сайтів з обмеженнями ( $a_i = a, b_i = b, c_{ij} = c$ ). Аналітичне дослідження системи (5.2) для всіх досліджених випадків показало, що при сильній конкуренції виникає ринок, де «переможець отримує все» – один сайт природним чином захоплює майже всіх користувачів [18].



**Рис. 5.11 – Поле напрямків системи для двох сайтів, параметри:**  
 $a_1 = 1, a_2 = 0.8, b_1 = 0.8, b_2 = 0.7, c_{12} = 1.5, c_{21} = 1.2$ . Область початкових умов розділяється на дві підобласті, які призводять до різних рівноважних станів, у результаті на ринку залишається тільки один сайт [18]

Аналіз статистики відвідування різних веб-ресурсів, зроблений Б. Хуберманом і Л. Адамик [3], свідчить на користь отриманих на модельному рівні висновків і підтверджує, що на практиці невеликій кількості веб-сайтів належить непропорційно велика частка трафіка і гіперпосилань.

Дослідження впливу варіації параметрів конкуренції на динаміку користувачів на прикладі системи з шістнадцяти сайтів показало, що при слабкій конкуренції (рис. 5.12 а) можливе співіснування веб-проектів, а при сильній – відбувається природна монополізація ринку (рис. 5.12 б) [18]. Найбільш цікава ситуація спостерігається при  $\bar{c} \approx 1$  (рис. 5.12 в) – перехід до рівноваги в цьому випадку не досягається, протягом тривалого періоду відбувається чергування домінування різних сайтів, при цьому невеликі зміни в початкових умовах приводять до значних змін траєкторій. С. Смейл показав [26], що в таких системах при  $n \geq 5$  може виникати будь-який вид асимптотичної поведінки, включаючи фіксовані точки, граничні цикли,  $n$ -торуси, дивні атрактори.



**Рис. 5.12 – Рішення, отримані чисельним інтегруванням системи для шістнадцяти сайтів:**

- а) слабка конкуренція –  $\bar{c}=0.5$  – всі сайти залишилися на ринку;**  
**б) сильна конкуренція –  $\bar{c}=1.5$  – один сайт захопив усіх користувачів;**  
**в) гранична ситуація –  $\bar{c} \approx 1$  – рівновага не спостерігається [18]**

Л. Йанху і Ж. Сімінг [34] запропонували модифікацію моделі Маурера і Хубермана для моделювання конкуренції сайтів електронної комерції. У своєму дослідженні вони припустили, що для подібних сайтів особливо великий вплив кращого вибору, коли покупці вибирають сайти з більшою аудиторією користувачів. У їх постановці система має вигляд:

$$dx_i / dt = \alpha_i x_i (\beta_i - x_i) - \sum_{j \neq i} \gamma_{ij} (1 + \omega_{ij} (x_j - x_i)) x_i x_j, \quad (5.3)$$

де  $\alpha_i > 0, 0 < \beta_i < 1, 0 < \omega_{ij} < \min(\gamma_{ij}, 1), i = 1 \dots n$ .

При такій модифікації монополізація ринку відбувається швидше. Автори проаналізували симетричний випадок конкуренції двох сайтів, симетричний випадок конкуренції великої кількості сайтів, а також вплив параметрів на поведінку системи.

Р. Йавей, Я. Делі, Д. Хіньюн [36] включили до моделі Маурера-Хубермана поділ користувачів на відвідувачів і постійних користувачів, що, на їхню думку, значно впливає на результат конкуренції веб-сайтів. У їх постановці модель має вигляд:

$$\begin{cases} du_i / dt = \alpha_i f_i - \sum_{i \neq j} \gamma_{ij} u_i u_j \\ df_i / dt = \rho (1 - u_i) u_i - \delta f_i \end{cases}, \quad (5.4)$$

де  $u_i$  – частка користувачів  $i$ -го сайту,  $f_i$  – частка відвідувачів  $i$ -го сайту,  $\alpha_i$  – швидкість, з якою відвідувачі стають постійними користувачами,  $\rho$  – темп збільшення відвідувачів,  $\delta$  – темп виходу відвідувачів з  $i$ -го сайту ( $\delta > \alpha_i$ ),  $\gamma$  – рівень конкуренції між сайтами,  $\alpha_i, \gamma, \rho, \delta > 0, \alpha_i \leq \delta, 0 \leq u_i, f_i \leq 1, i = 1 \dots n$ .

Автори проаналізували систему для двох сайтів, вважаючи всі параметри (крім швидкості, з якою відвідувачі стають постійними користувачами) симетричними:

$$\begin{cases} du_1 / dt = \alpha_1 f_1 - \gamma u_1 u_2 \\ df_1 / dt = \rho(1 - u_1)u_1 - \delta f_1 \\ du_2 / dt = \alpha_2 f_2 - \gamma u_1 u_2 \\ df_2 / dt = \rho(1 - u_2)u_2 - \delta f_2 \end{cases}, \quad (5.5)$$

Позначивши  $k_1 = \frac{\alpha_1}{\gamma}; k_2 = \frac{\alpha_2}{\gamma}; p = \frac{\rho}{\gamma}$ , Йавей, Делі і Хіньюн досліджували чотири точки рівноваги:  $(0,0,0,0)$ ,  $(1,0,0,0)$ ,  $(0,0,1,0)$ ,  $(u_1^* = \frac{k_2 p(k_1 p - 1)}{k_1 k_1 p^2 - 1}; f_1^* = \frac{u_1^* p(k_2 p - 1)}{k_1 k_2 p^2 - 1}; u_2^* = \frac{k_1 p(k_2 p - 1)}{k_1 k_2 p^2 - 1}; f_2^* = \frac{u_2^* p(k_2 p - 1)}{k_1 k_2 p^2 - 1})$ . Аналіз показав, що сильна конкуренція і велика первісна частка непостійних користувачів у такій постановці не визначають перемогу сайту, оскільки у даній моделі темп, з яким відвідувачі стають постійними користувачами, істотно впливає на стійкість рівноваги, тому важливо не тільки залучити відвідувачів на сайт, але й сприяти їх перетворенню на активних користувачів.

Аналіз публікацій (Адамик [2], Занга [38], Земана [8, 37], Ванга [31], Віхіратне [32], Ксяо [33], Лопез [16], Сікдер [24], Соломона [27], Франка [11], Хірсеха [14], Янчу [35]) показав, що модель Лотки-Вольтерра відкриває широкі перспективи для розв'язання задачі оцінки чисельності користувачів соціальних мереж, дозволяючи враховувати різні аспекти, що впливають на результат конкуренції інтернет-спільнот за користувачів.

У даній роботі була поставлена задача оцінки параметрів і дослідження системи (5.2) на основі емпіричних даних, яке включало кілька етапів:

1. Дослідження властивостей системи з постійними коефіцієнтами в загальному вигляді (на прикладі конкуренції двох мереж).
2. Параметризація моделі з постійними коефіцієнтами на основі емпіричних даних для двох і для трьох мереж.
3. Дослідження властивостей системи зі змінними коефіцієнтами в загальному вигляді (на прикладі конкуренції двох мереж).
4. Параметризація моделі зі змінними коефіцієнтами на основі емпіричних даних для двох і для трьох мереж.

На першому етапі дослідження для отримання уявлення про властивості системи з постійними коефіцієнтами конкуренції була проаналізована динаміка користувачів двох мереж:

$$\begin{cases} dx_1 / dt = a_1 x_1 (b_1 - x_1) - c_{12} x_1 x_2 \\ dx_2 / dt = a_2 x_2 (b_2 - x_2) - c_{21} x_1 x_2 \end{cases}, \quad (5.6)$$

Система (5.6) має чотири точки рівноваги:  $(0,0); (b_1, 0); (0, b_2); (\frac{a_2(a_1b_1 - b_2c_{12})}{a_1a_2 - c_{12}c_{21}}, \frac{a_1(a_2b_2 - b_1c_{21})}{a_1a_2 - c_{12}c_{21}})$ , умови стійкості яких наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4

Точки рівноваги системи (5.6)

Точка рівноваги	Стійкість
$(0,0)$	не стійка
$(b_1, 0)$	$\frac{b_2}{b_1} < \frac{c_{21}}{a_2}$
$(0, b_2)$	$\frac{b_1}{b_2} < \frac{c_{12}}{a_1}$
$(\frac{a_2(a_1b_1 - b_2c_{12})}{a_1a_2 - c_{12}c_{21}}, \frac{a_1(a_2b_2 - b_1c_{21})}{a_1a_2 - c_{12}c_{21}})$	$\frac{b_2}{b_1} > \frac{c_{21}}{a_2}, \frac{b_1}{b_2} > \frac{c_{12}}{a_1}$

Аналіз табл. 5.4 показує, що при  $\frac{b_2}{b_1} > \frac{c_{21}}{a_2}, \frac{b_1}{b_2} > \frac{c_{12}}{a_1}$  мережі можуть співіснувати. Стійкість рівноваги, за якої мережі співіснують, не залежить від початкових умов, що дозволяє бути присутнім на ринку невеликим мережам, які розвиваються. При  $\frac{b_2}{b_1} < \frac{c_{21}}{a_2}, \frac{b_1}{b_2} < \frac{c_{12}}{a_1}$  стійкою є рівновага, за якої «переможець отримує все», а значить, на ринку залишається тільки один із конкурентів.

Експеримент 1. На другому етапі дослідження, як приклад, були обрані дві найбільші за станом на 2010 р. соціальні мережі – MySpace<sup>138</sup> і Facebook<sup>139</sup>, і на основі даних про кількість унікальних користувачів<sup>140</sup>

<sup>138</sup> Мережа MySpace, створена в 2003 р., надає можливість створення співтовариств за інтересами, персональних профілів, ведення блогів, розміщення фото-, відео- і музичного контенту. Особливістю MySpace є її орієнтованість на інтереси і потреби творчих людей. У 2006 р. MySpace досягла піку популярності, в 2009 р. втратила лідерство на ринку, поступившись у конкурентній боротьбі мережі Facebook. Це привело до виходу у відставку гендиректора MySpace, а також скорочення штату на 30 %. Після серії перепродажів компанія зосередилася на розвитку музичних і розважальних сервісів.

<sup>139</sup> Мережа Facebook, створена у 2004 р., спочатку призначалася для спілкування студентів Гарвардського університету. У 2006 р. була відкрита вільна реєстрація. Сайт пропонував людям простий і зручний спосіб обмінюватися інформацією. Користувачі можуть створювати аккаунти з фотографіями, списком інтересів, вступати до груп, а також вибрати налаштування конфіденційності, самостійно визначаючи доступ до різних частин аккаунта. Сьогодні це найбільша соціальна мережа, на сайті зареєстровано майже півтора мільярда користувачів.

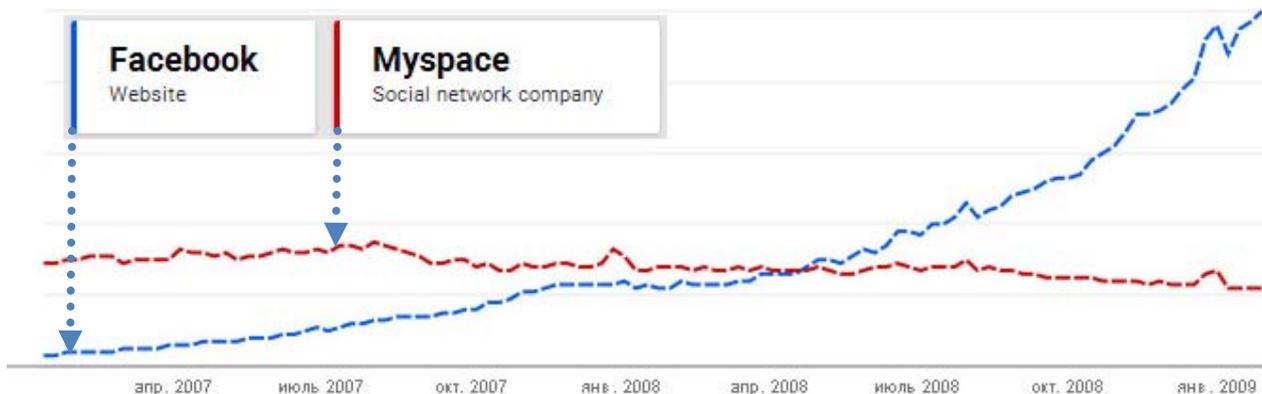
<sup>140</sup> При визначенні числа унікальних користувачів всі відвідування одного і того ж користувача протягом обраного діапазону дат об'єднуються, і користувач зараховується як один абсолютно унікальний відвідувач незалежно від того, скільки разів на день і скільки днів протягом зазначеного періоду він відвідував сайт. Пошуковий трафік – потік відвідувачів, які прийшли на даний сайт із пошукової системи Google. Дані щодо кількості унікальних користувачів доступні за обмежений проміжок часу (за один рік на сайті [www.google.com](http://www.google.com),

у період піку конкуренції (рис. 5.13, 2007–2009 рр.) була поставлена така задача ідентифікації невідомих параметрів:

$$J = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m (x_{jk} - x_{jk}^{\hat{o}})^2 \rightarrow \min$$

$$dx_i/dt = a_i x_i (b_i - x_i) - \sum_{j \neq i, j=1}^{n-1} c_{ij} x_i x_j, \quad (5.6)$$

$$a_i \geq 0, c_{ij} \geq 0, 0 \leq b_i \leq 1$$



**Рис. 5.13 – Динаміка чисельності унікальних користувачів соціальних мереж Facebook і MySpace [17]**

Задача (5.6) є оптимізаційною задачею з обмеженнями у вигляді диференціальних рівнянь. Для вирішення подібних задач можуть бути використані метод покрокової однократної пристрілки, прямої багатократної пристрілки, методи повної дискретизації (ортогональна колокація) [41, 57]. Для вирішення задачі (5.6) був обраний останній метод, програмно реалізований у Tomlab PROPT<sup>141</sup>. Звіт програми представлений на рис. 5.14.

Рядок у звіті «умови оптимальності виконані» означає, що рішення знайдено<sup>142</sup>. Після оцінки параметрів моделі для мереж Facebook і MySpace була отримана така система рівнянь<sup>143</sup>:

---

за три роки по США на сайті [www.quantcast.com](http://www.quantcast.com)), статистику запитів можна дізнатися по регіонах за будь-який період, але при цьому використовується масштабування.

<sup>141</sup> Tomlab PROPT – пакет програм на базі Matlab, де використовується псевдоспектральний метод колокацій (з точками Гаусса або Чебишева) для вирішення прикладних задач оптимального управління та оцінки параметрів динамічних систем.

<sup>142</sup> Отримане рішення задовольняє необхідні (але не достатні) умови оптимальності, значить отримане рішення не може бути покращено невеликою зміною в траєкторії, але при цьому можуть існувати зовсім інші більш відповідні траєкторії. Для знаходження інших рішень рекомендованою процедурою є встановлення чітких меж для всіх змінних (змінних стану, змінних управління, параметрів) і встановлення опції програми *multimin*. При цьому здійснюється велика кількість прогонів при різних початкових умовах. Якщо всі вони сходяться до одного і того ж мінімуму, то це показник, але не гарант того, що рішення дійсно є глобальним оптимумом. Знайти глобальне рішення можна або розв'язавши

$$\begin{cases} \text{myspace} : dx_1 / dt = -0.0002x_1^2 + 0.0002x_1 - 0.0223x_1x_2 \\ \text{facebook} : dx_2 / dt = -0.0466x_2^2 + 0.0466x_2 \end{cases}, \quad (5.7)$$

```

===== * * * =====
TOMLAB - Tomlab user Demo license 999100.
=====
Problem: --- 1: social nets          f_k          0.086744102060723804
                sum(|constr|)        0.000000000965661827
                f(x_k) + sum(|constr|) 0.086744103026385633
                f(x_0)              -14.898537288135593000

Solver: snopt.  EXIT=0.  INFORM=1.
SNOPT 7.2-5 NLP code
Optimality conditions satisfied

FuncEv   1 ConstrEv  42 ConJacEv  42 Iter   40 MinorIter  70
CPU time: 0.156250 sec. Elapsed time: 0.188000 sec.
Problem type appears to be: qpcon
Starting numeric solver
===== * * * =====
TOMLAB - Tomlab user Demo license 999100.
=====
Problem: --- 1: social nets          f_k          0.086748216916596732
                sum(|constr|)        0.0000000090077731880
                f(x_k) + sum(|constr|) 0.086748306994328617
                f(x_0)              -19.113355897939279000

Solver: snopt.  EXIT=0.  INFORM=1.
SNOPT 7.2-5 NLP code
Optimality conditions satisfied

FuncEv   1 ConstrEv  10 ConJacEv  10 Iter   5 MinorIter  156
CPU time: 0.546875 sec. Elapsed time: 0.609000 sec.

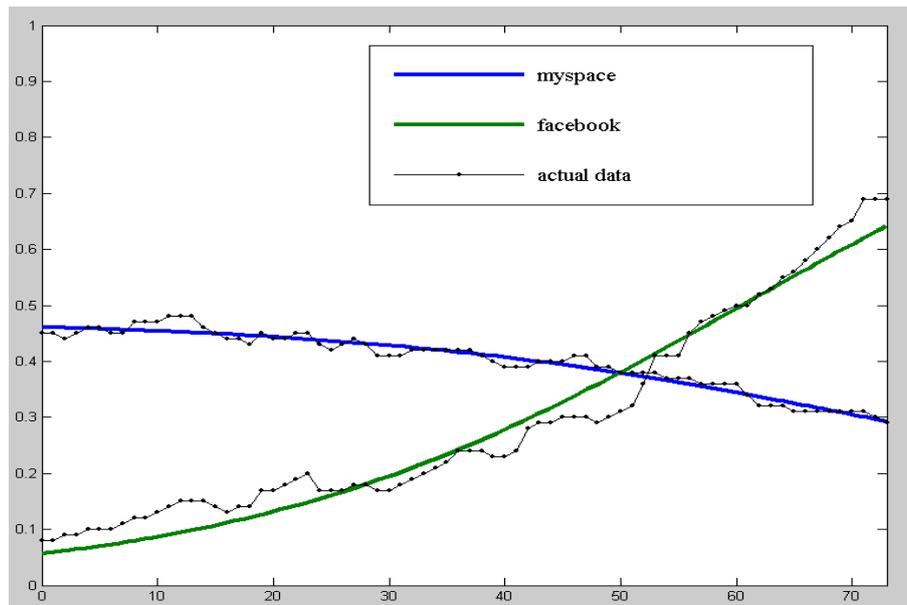
```

**Рис. 5.14 – Приклад звіту програми TOMLAB PROPT**

Аналіз системи (5.7) показує, що мережа MySpace характеризується незначним темпом зростання ( $a_1 = 0.0002$ ) і схильна до сильного впливу з боку свого конкурента ( $a_1 < c_{12}$ ), у той час як аудиторія користувачів мережі Facebook необмежено зростає з темпом  $a_2 = 0.0466$ , що призводить до витіснення нею мережі MySpace з ринку. Для обох мереж значення коефіцієнтів  $b$  прийнято рівним одиниці, оскільки вони володіють достатньою для обслуговування всіх потенційних користувачів потужністю. Модельні дані про кількість унікальних користувачів обох мереж представлені на рис. 5.15 [46].

рівняння Гамільтона–Якобі–Беллмана (у пакеті PROPT така можливість відсутня), або показавши, що задача є опуклою. У демоверсії програми опція `multimin` недоступна, тому для отримання рішень встановлювалися обмеження на параметри і задавалися кілька варіантів початкових умов. Після чого робився висновок про стійкість отриманого рішення.

<sup>143</sup> Розрахунки проведено магістрантом Д. Большаковою.



**Рис. 5.15 – Фактичні та розрахункові значення чисельності унікальних користувачів соціальних мереж MySpace і Facebook (частки), 2007–2009 рр.**

Практика підтвердила модельний прогноз – до початку 2010 р. мережа MySpace втратила більшу частину своїх користувачів (рис. 5.16).



**Рис. 5.16 – Статистика користувачів і оціночна вартість мережі MySpace [42]**

Експеримент 2. У другому експерименті була досліджена можливість виходу на висококонкурентний ринок нової (на той момент) мережі мікроблогів Twitter<sup>144</sup> (рис. 5.17).

<sup>144</sup> Система мікроблогів Twitter, створена у 2006 р., дозволяє користувачам відправляти короткі текстові повідомлення, використовуючи веб-інтерфейс, SMS, служби миттєвих повідомлень

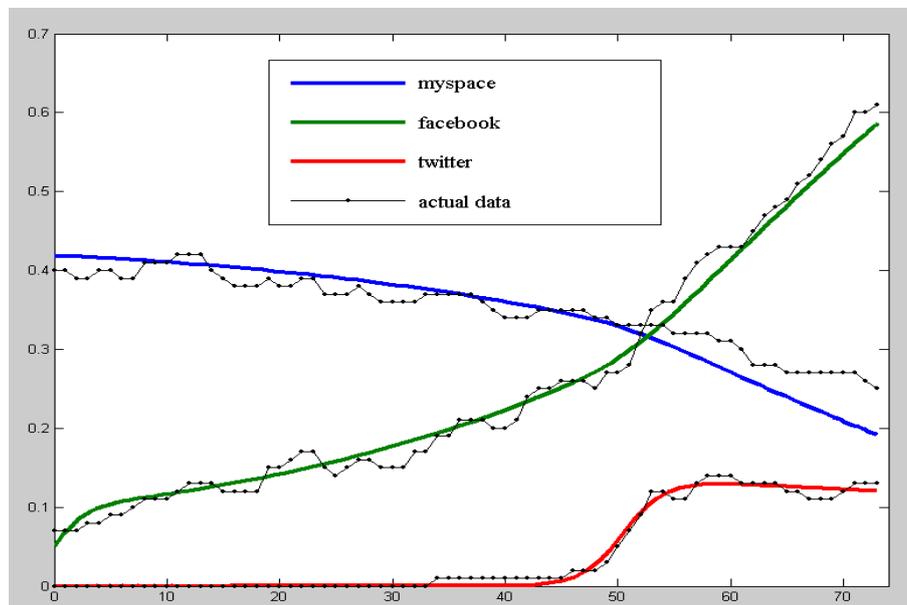


**Рис. 5.17 – Динаміка чисельності унікальних користувачів соціальних мереж Facebook, MySpace і Twitter [17]**

Після оцінки параметрів моделі на основі даних за той же період, була отримана така система [47]:

$$\begin{cases} \text{myspace: } dx_1 / dt = -0.0042x_1^2 + 0.0042x_1 - 0.0424x_1x_2 - 0.0684x_1x_3 \\ \text{facebook: } dx_2 / dt = -6.7674x_2^2 + 6.7674x_2 - 14.5094x_1x_2 \\ \text{twitter: } dx_3 / dt = -3.9505x_3^2 + 1.3084x_3 - 1.5349x_1x_3 - 0.9296x_2x_3 \end{cases} \quad (5.8)$$

Фактичні та розрахункові дані про кількість унікальних користувачів представлені на рис. 5.18.



**Рис. 5.18 – Фактичні та розрахункові значення кількості унікальних користувачів соціальних мереж (частки), 2007–2009 рр.**

або сторонні програми-клієнти. Важливу роль відіграє функціональна простота сайту – він призначений виключно для обміну інформацією, тут відсутні особисті аккаунти і додатки для розваг. У 2009 р. Facebook зробила безуспішну спробу купити Twitter. Станом на 2015 р. число зареєстрованих користувачів становить практично 650 млн чол.

Аналіз системи (5.8) показує, що найбільший темп зростання має Facebook, ( $a_2 = 6.7674$ ), на яку сильний вплив має Myspace ( $a_2 < c_{21}$ ). Великий темп зростання також у мережі Twitter ( $a_3 = 3.9505$ ), при цьому інші на неї впливають слабо ( $a_3 > c_{31}$ ,  $a_3 > c_{32}$ ), що дозволяє мережі успішно нарощувати користувачів. Myspace схильна до сильного конкурентного тиску з боку мереж Twitter ( $a_1 < c_{12}$ ) і Facebook ( $a_1 < c_{13}$ ), при цьому темп її зростання незначний ( $a_1 = 0.0042$ ).

У цілому, базова модель у досліджуваному періоді досить добре описує динаміку реальних даних, виконуються основні припущення про співвідношення параметрів. У табл. 5.5 представлені точки рівноваги системи (5.8). Із семи точок рівноваги стійкими є дві –  $(0,1,0.0959)$  і  $(1,0,0)$ . При заданих початкових умовах ( $x_1(0) = 0.4, x_2(0) = 0.04, x_3(0) = 0$ ) стійка точка  $(0,1,0.0959)$ , що відображає ситуацію співіснування мереж Facebook і Twitter, які витісняють Myspace [51].

Таблиця 5.5

Точки рівноваги системи (5.8)

Точки рівноваги	Власні значення Якобіана	Тип рівноваги
$(0,0,0.3312)$	$\lambda_1 = -1,3084; \lambda_2 = -0,0185; \lambda_3 = 6,7674$	Сідло
$(1,0,0)$	$\lambda_1 = -0,0042; \lambda_2 = -7,742; \lambda_3 = -0,2265$	Стійкий вузол
$(0.8247,0,0.0108)$	$\lambda_1 = 0,0132; \lambda_2 = -0,0595; \lambda_3 = -5,1985$	Сідло
$(0,1,0)$	$\lambda_1 = -6,7674; \lambda_2 = -0,0382; \lambda_3 = 0,3788$	Сідло
$(0,1,0.0959)$	$\lambda_1 = -6,7674; \lambda_2 = -0,0448;$ $\lambda_3 = -0,3789$	Стійкий вузол
$(0.4406,0.0554,0)$	$\lambda_1 = 0,0348; \lambda_2 = -0,4119; \lambda_3 = 0,5806$	Сідло

Фазова траєкторія системи представлена на рис. 5.19.

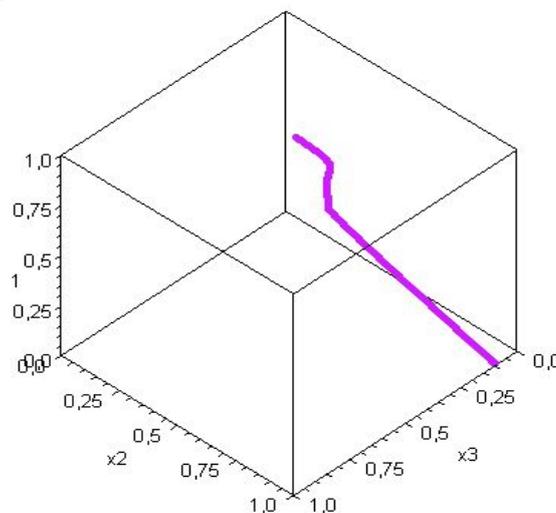
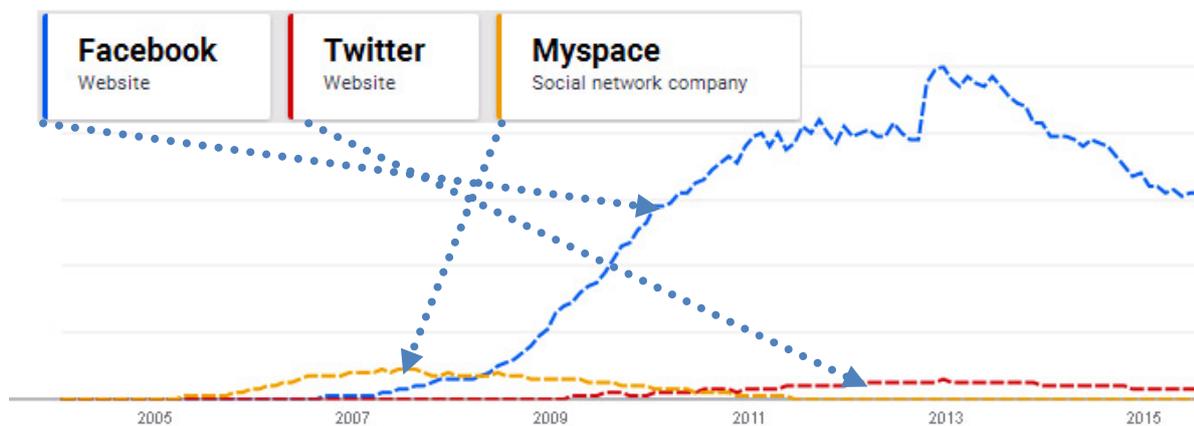


Рис. 5.19 – Фазова траєкторія системи

За таких параметрів мережі Facebook і Twitter слабо конкурують між собою, що призводить, згідно з термінологією Лопеза [16], до можливості співпраці між ними. Реальної співпраці може й не існувати, але за низьких рівнів конкуренції вони не впливають один на одного, що дозволяє їм розвиватися відповідно до власної динаміки. Згідно з отриманим прогнозом, аудиторія мережі Facebook буде продовжувати рости, мережа Myspace – втрачати своїх користувачів під тиском конкурентів, частка користувачів мережі мікроблогів Twitter після невеликого зниження в довгостроковому періоді стабілізується на певному рівні, що підтверджується фактичними даними про розвиток мереж (рис. 5.20).



**Рис. 5.20 – Розвиток соціальних мереж Facebook, Twitter і Myspace поза періодом моделювання**

Важливим висновком є те, що невеликі соціальні мережі, такі як Twitter, які пропонують користувачам цікаві сервіси, можуть зайняти свою ринкову нішу, незважаючи на присутність на ринку більш потужних конкурентів [48].

Система для трьох мереж дозволяє одночасно спостерігати конкуренцію і співіснування між сайтами (відповідно до отриманих прогнозів, співпраця виникає між Facebook і Twitter).

Хоча система з постійними коефіцієнтами досить добре описує динаміку користувачів у короткостроковій перспективі, однак поява нових сервісів, зміна стратегії мережі та її конкурентів значно впливають на довгострокову динаміку користувачів. Крім того, для неперервних динамічних систем з плином часу характерний дрейф параметрів, що призводить не тільки до зміни положення рівноваги, а й характеру стійкості. Однак таку ситуацію система з постійними коефіцієнтами  $a_i, b_i, c_{ij}$  коректно описати не в змозі.

Для вирішення цієї проблеми на третьому етапі аналізу скористаємося модифікацією моделі конкуренції Лотки–Вольтерра, запропонованої

в роботах М. Ескобідо [10] і М. Гернандес [13] для опису конкуренції технологій. У базовій постановці інтерпретація Ескобідо моделі Лотки–Вольтерра виглядає таким чином:

$$\begin{cases} dN_1/dt = r_1 N_1 (1 - \frac{N_1}{K_1}) - \frac{c_{12}}{K_1} N_1 N_2 \\ dN_2/dt = r_2 N_2 (1 - \frac{N_2}{K_2}) - \frac{c_{21}}{K_2} N_1 N_2 \end{cases}, \quad (5.9)$$

де  $N_1, N_2$  – кількість проданих одиниць технологій  $T_1, T_2$  або розмір ринку цих технологій,  $K_1, K_2$  – максимальна потужність,  $c_{12}$  – рівень, з яким  $N_1$  зменшується через конкуренцію з  $N_2$ ,  $c_{21}$  – рівень, з яким  $N_2$  зменшується через конкуренцію з  $N_1$ .

У (5.9) не враховується, що характер конкуренції між технологіями може змінюватися, тому Ескобідо зробив припущення, що коли на ринок виходить нова технологія, на початкових етапах взаємодія між нею і вже існуючими має симбіотичний характер, проте у міру поширення нової технології взаємодія стає все більш конкурентною. Коефіцієнт конкуренції для нової технології  $T_j$  Ескобідо пропонує визначати як різницю її потенційної вигоди і витрат від конкуренції з технологією  $T_i$ :

$$c_{ij} = \frac{a_i N_j^2}{\gamma_i^2 + N_j^2} - \frac{b_i N_j}{\gamma_i^2 + N_j^2} = \frac{a_i N_j^2 - b_i N_j}{\gamma_i^2 + N_j^2}, \quad (5.10)$$

Співробітництво для технології  $T_j$  триватиме доти, поки витрати конкуренції будуть перевищувати вигоди від неї (рис. 5.21).

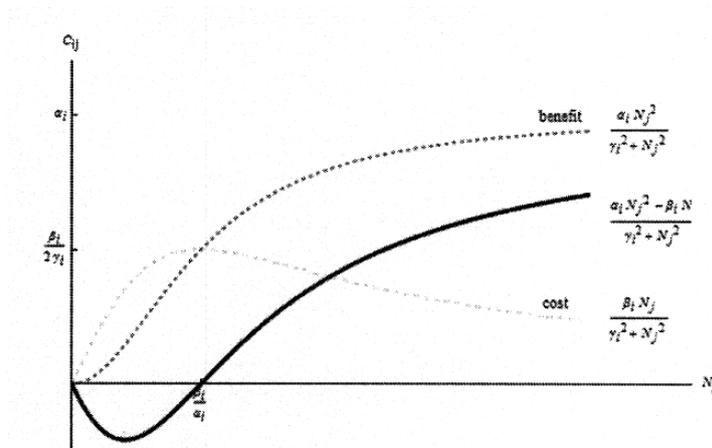


Рис. 5.21 – Графік залежності змінних коефіцієнтів конкуренції при зростанні частки ринку протилежної технології [10]

З урахуванням модифікації модель Ескобідо набуває такого вигляду:

$$\begin{cases} dN_1/dt = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1}{K_1}\right) - \left(\frac{a_1 N_2^2 - b_1 N_2}{\gamma_1^2 + N_2^2}\right) \frac{N_1 N_2}{K_1}, \\ dN_2/dt = r_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2}{K_2}\right) - \left(\frac{a_2 N_1^2 - b_2 N_1}{\gamma_2^2 + N_1^2}\right) \frac{N_1 N_2}{K_2}, \end{cases} \quad (5.11)$$

Аналогічна модифікація моделі Лотки-Вольтерра пропонується і в роботі Гернандес [13] (рис. 5.22), яка вводить змінні коефіцієнти конкуренції таким чином:  $c_{ij} = \frac{\alpha_i x_j - \beta_i x_j^2}{1 + \gamma_i x_j^2}$  (у загальному випадку  $c_{ij} = c_{ij}(x_i, x_j, \alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$ ).

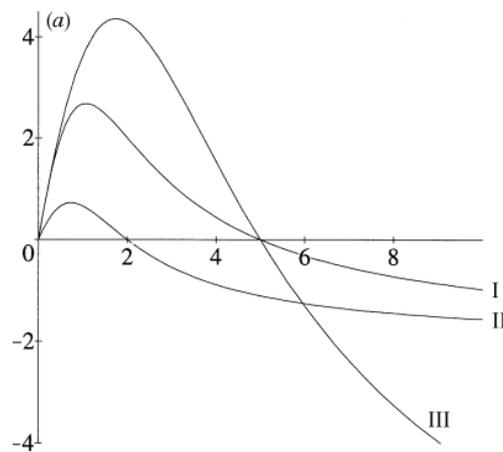


Рис. 5.22 – Рівень конкуренції як функція  $c_{ij} = \frac{\alpha_i x_j - \beta_i x_j^2}{1 + \gamma_i x_j^2}$ :

I –  $\alpha = 5, \beta = 1, \gamma = 0.5$ ; II –  $\alpha = 2, \beta = 1, \gamma = 0.5$ ; III –  $\alpha = 5, \beta = 1, \gamma = 0.1$  [13]

Аналіз моделей зі змінними коефіцієнтами показав, що подібна модифікація дозволяє моделювати перемикання між конкурентним і кооперативним типами їх взаємодії.

На основі робіт Ескобідо і Гернандес було запропоновано моделювати рівень конкуренції<sup>145</sup> між мережами як функцію від ринкової частки учасників ринку таким чином:

$$c_{ij} = \frac{k_1 x_j - k_2 x_j^2 + k_3}{1 + x_i x_j}, \quad (5.12)$$

де  $k_1-k_3$  – параметри, що оцінюються [51].

<sup>145</sup> Коефіцієнт конкуренції слід розуміти в широкому сенсі, оскільки, крім конкурентного тиску, він включає в себе невраховані екзогенні впливи: присутність інших конкурентів, зміна переваг користувачів, дії керівництва щодо поліпшення і просування сайтів.

Така залежність дозволяє, використовуючи дані про частку пошукового трафіку мережі-конкурента, гнучко описати екзогенний вплив на мережу (рис. 5.23).

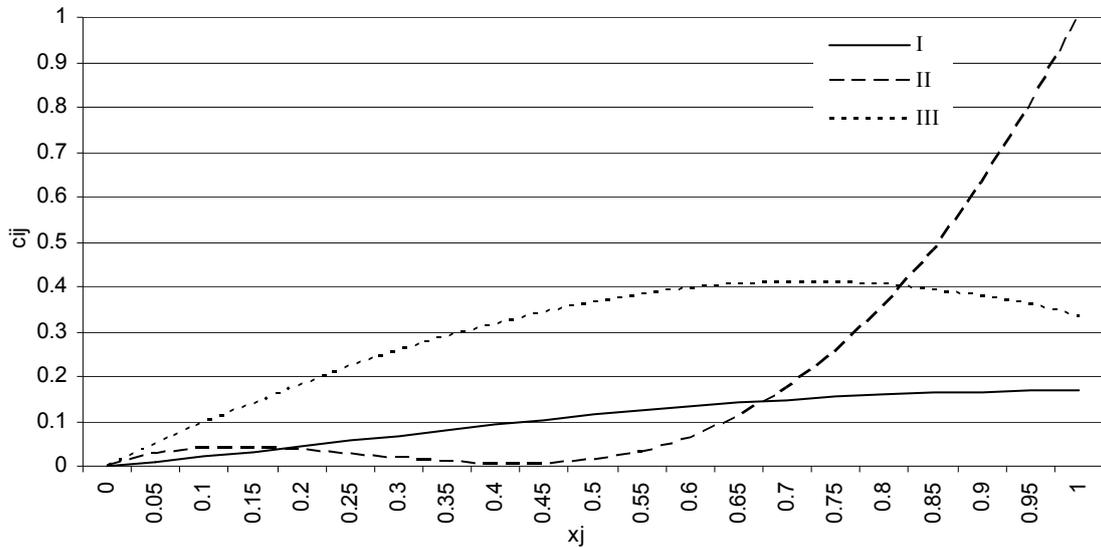


Рис. 5.23 – Рівень конкуренції як функція  $c_{ij} = \frac{k_1 x_j - k_2 x_j^2 + k_3}{1 + x_1 x_j}$ .

Параметри: I –  $k_1=k_2=k_3=1$ , II –  $k_1=-15.4, k_2=18.14, k_3=3.3$ , III –  $k_1=-1, k_2=2, k_3=5$ ;  
 $x_i=const=0.2$

Досліджуємо модель зі змінними коефіцієнтами в загальному вигляді (для спрощення покладемо  $b_1 = b_2 = 1$ ).

$$\begin{cases} dx_1 / dt = -a_1 x_1^2 + a_1 x_1 - \left( \frac{c_1 x_2 - d_1 x_2^2 + k_1}{1 + x_1 x_2} \right) x_1 x_2 \\ dx_2 / dt = -a_2 x_2^2 + a_2 x_2 - \left( \frac{c_2 x_1 - d_2 x_1^2 + k_2}{1 + x_1 x_2} \right) x_1 x_2 \end{cases} \quad (5.13)$$

Для такої системи існують точки рівноваги (1,0) і (0,1), відповідні ситуації «переможець отримує все», але їх умови стійкості відрізняються від умов, отриманих для системи з постійними коефіцієнтами (табл. 5.6).

Таблиця 5.6

Точки рівноваги системи (5.13)

Постійні коефіцієнти $c_{ij} = const$		Змінні коефіцієнти $c_{ij} = \frac{c_i x_j - d_i x_j^2 + k_i}{1 + x_1 x_j}$	
Точки рівноваги	Умови стійкості	Точки рівноваги	Умови стійкості
(1,0)	$a_2 < c_{21}$	(1,0)	$a_2 < c_2 - d_2 + k_2$
(0,1)	$a_1 < c_{12}$	(0,1)	$a_1 < c_1 - d_1 + k_1$

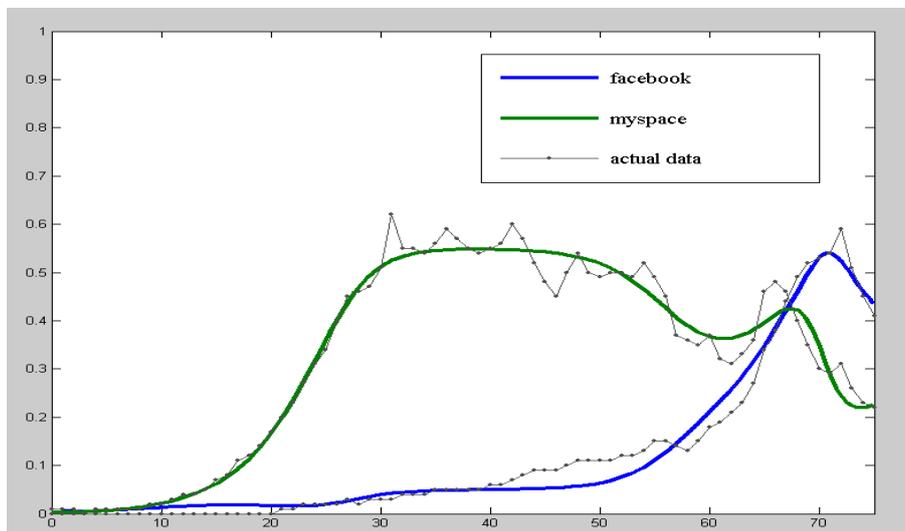
Точки рівноваги, за якої мережі співіснують, є точками перетину нуль-ізоклін. При постійних коефіцієнтах конкуренції нуль-ізокліни є прямими і мають єдину точку перетину, тобто мережі мають одну точку співіснування. При змінних коефіцієнтах конкуренції нуль-ізокліни – криві і можуть мати кілька точок перетину. При постійних коефіцієнтах точка співіснування не залежить від початкових умов, у моделі зі змінними коефіцієнтами початкові умови визначають, у якому зі станів співіснування виявиться система.

Проведемо оцінку параметрів системи (5.13) на основі вже дослідженого масиву даних про чисельність користувачів мереж Facebook і MySpace.

Експеримент 3. Після оцінки параметрів на основі даних про динаміку пошукового трафіка мереж Facebook і MySpace система набула вигляду [50]:

$$\begin{cases} \text{facebook: } dx_1 / dt = -0.1752x_1^2 + 0.1752x_1 - \left( \frac{-15.4131x_2 + 18.1424x_2^2 + 3.3011}{1 + x_1x_2} \right) x_1x_2 \\ \text{myspace: } dx_2 / dt = -0.2773x_2^2 + 0.2773x_2 - \left( \frac{-15.1372x_1 + 19.528x_1^2 + 3.3145}{1 + x_1x_2} \right) x_1x_2 \end{cases} \quad (5.14)$$

На рис. 5.24 представлені фактичні та розрахункові дані для системи зі змінними коефіцієнтами (5.14).



**Рис. 5.24 – Фактичні та розрахункові дані за пошуковим трафіком мереж Facebook і MySpace для системи зі змінними коефіцієнтами**

Рівноважні стани системи (5.14) представлені в табл. 5.7. У системі три стійких точки, які відповідають ситуації співіснування мереж. При чому тільки для однієї з них мережа Facebook займає більшу частку ринку,

ніж MySpace. Ситуація «переможець отримує все» можлива для обох конкурентів:  $a_1 < c_1 - d_1 + k_1$ ,  $a_2 < c_2 - d_2 + k_2$ . Стійкі точки мають свої області тяжіння, різні за величиною, залежно від початкових умов система потрапляє в одну з них. На рис. 5.24 представлені області тяжіння аттракторів і фазові траєкторії за різних початкових умов [49].

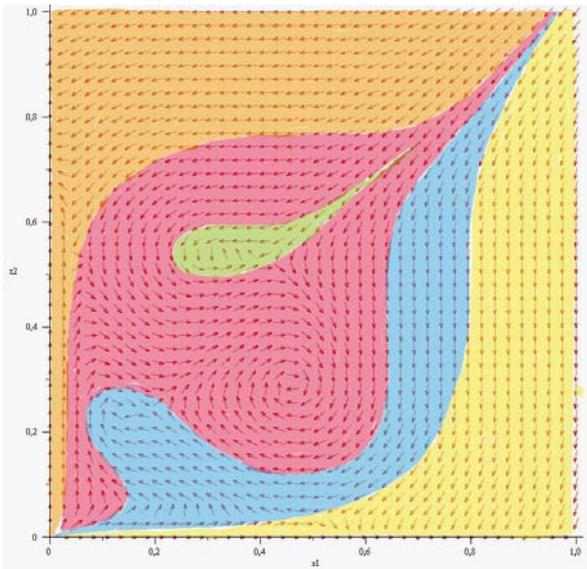
Таблиця 5.7

**Точки рівноваги системи (5.14)**

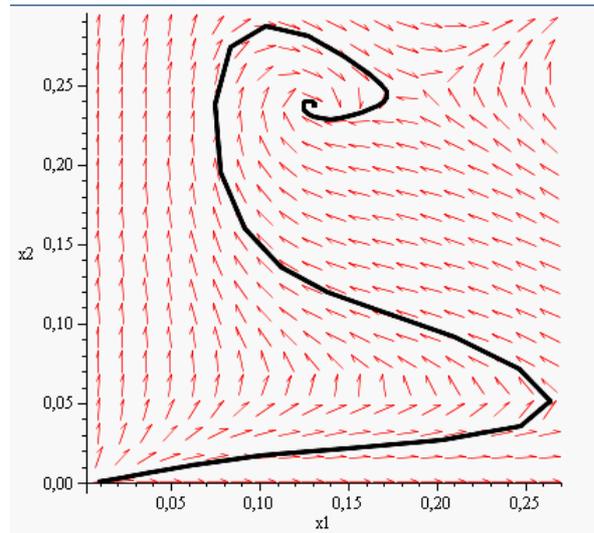
Точка рівноваги	Власні значення Якобіана	Тип точки рівноваги
(0,0)	$\lambda_1 = 0.1752; \lambda_2 = 0.2773$	Нестійкий вузол
<b>(0,1)</b>	$\lambda_1 = -0.2773; \lambda_2 = -5.8552$	Стійкий вузол
<b>(1,0)</b>	$\lambda_1 = -0.1752; \lambda_2 = -7.428$	Стійкий вузол
( 0.4841,0.0326)	$\lambda_1 = -0.3368; \lambda_2 = 0.2484$	Сідло
<b>(0.1296,0.2380)</b>	$\lambda_{1,2} = -0.0389 \pm 0.0934i$	Стійкий фокус
(0.1856,0.2462)	$\lambda_1 = 0.0781; \lambda_2 = -0.1636$	Сідло
<b>(0.4608,0.2868)</b>	$\lambda_{1,2} = -0.0631 \pm 0.4464i$	Стійкий фокус
(0.4065,0.5324)	$\lambda_1 = 0.3667; \lambda_2 = -0.5440$	Сідло
<b>(0.3206,0.5379)</b>	$\lambda_{1,2} = -0.0845 \pm 0.3629i$	Стійкий фокус
(0.0489,0.5498)	$\lambda_1 = 0.2991; \lambda_2 = -0.4524$	Сідло

Очевидно, що висновки щодо домінування на ринку в довгостроковій перспективі вже не такі однозначні, як отримані для системи з постійними коефіцієнтами (5.7). Перевага мережі Facebook можлива у випадку, якщо початкові умови цієї мережі не менше початкових умов мережі-конкурента (рис. 5.25 в, д). При дуже малих рівних початкових значеннях MySpace може виграти в конкурентній боротьбі (рис. 5.25 е). Деякі точки (рис. 5.25 г) досяжні тільки при значних рівнях початкових часток ринку, що для стартапів практично неможливо.

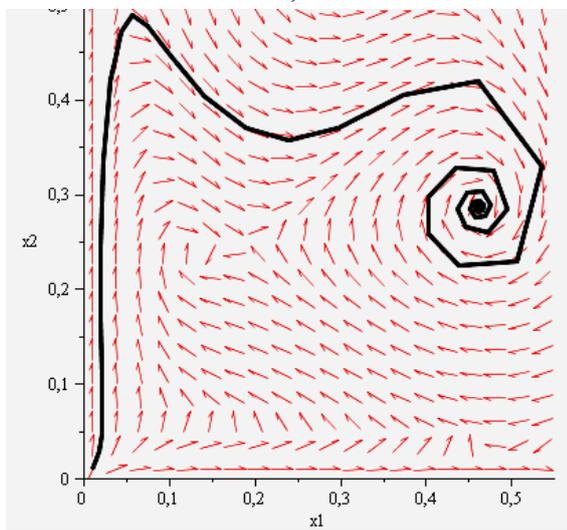
Практика показала, що після серії перепродажів мережа MySpace, хоч і втратила значну частку своїх користувачів, не залишила ринок, зайнявши спеціалізовану нішу, що підтверджує висновки, отримані на основі моделі зі змінними коефіцієнтами.



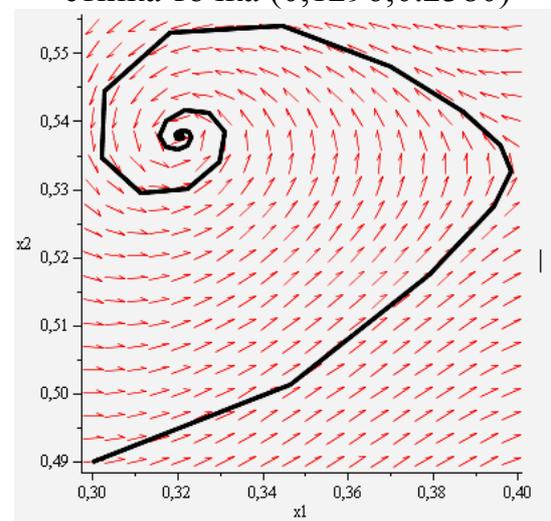
а)



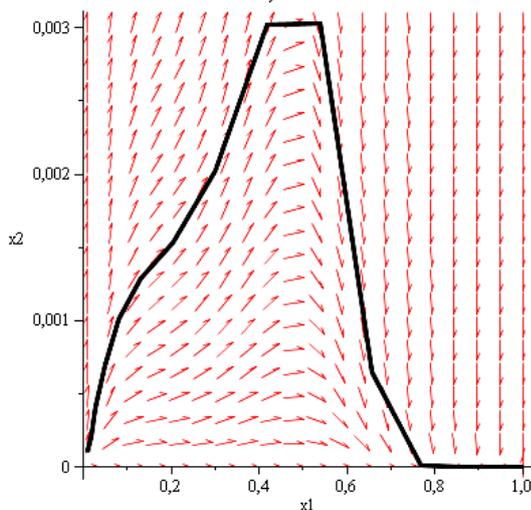
б)  $x_1(0)=0.009, x_2(0)=0.001, t=0 \dots 200$ ,  
стійка точка (0,1296;0.2380)



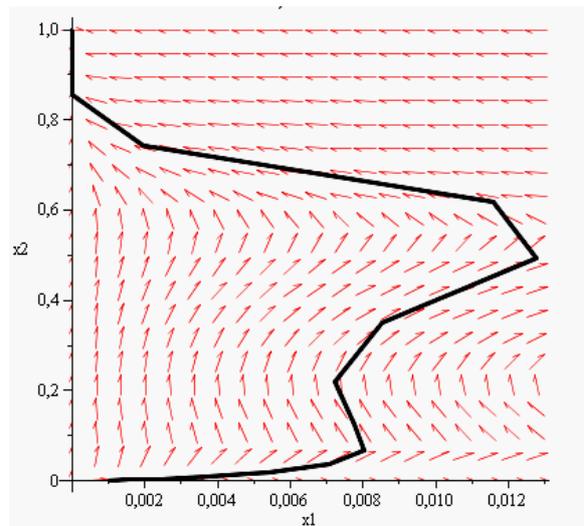
в)  $x_1(0)=0.01, x_2(0)=0.01, t=0 \dots 110$ ,  
стійка точка (0.4608;0.2868)



г)  $x_1(0)=0.3, x_2(0)=0.49, t=0 \dots 100$ ,  
стійка точка (0.3206;0.5379)



д)  $x_1(0)=0.01, x_2(0)=0.0001, t=0 \dots 120$ ,  
стійка точка (1;0)



е)  $x_1(0)=0.001, x_2(0)=0.001, t=0 \dots 130$ ,  
стійка точка (0;1)

**Рис. 5.25 – а) – області тяжіння аттракторів, б)-е) – фазові траєкторії системи за різних початкових умов**

Експеримент 4. Для дослідження характеристик конкурентної взаємодії та аналізу розвитку національного ринку були обрані три найбільші соціальні мережі Німеччини. Тут спостерігається посилення конкуренції локалізованої версії світового лідера (Facebook.com) і регіональних соціальних мереж (studivz.net<sup>146</sup> і wer-kennt-wen.de<sup>147</sup>) (рис. 5.26). З метою порівнянності результатів були зібрані дані за той же період, що і в експериментах 1–3.

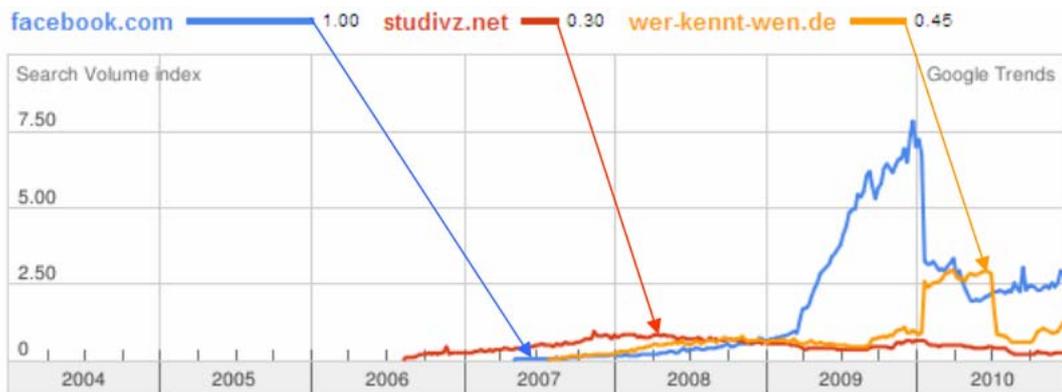


Рис. 5.26 – Динаміка чисельності унікальних користувачів соціальних мереж Facebook, studivZ і wkw [12]

Для початку була проведена оцінка параметрів моделі з постійними коефіцієнтами, і в результаті була отримана така система рівнянь:

$$\begin{cases} \text{studivZ} : dx_1 / dt = -0.1124x_1^2 + 0.1124x_1 - 0.4209x_1x_2 - 0.2457x_1x_3 \\ \text{facebook} : dx_2 / dt = -0.3020x_2^2 + 0.0981x_2 - 0.1115x_2x_3 \\ \text{wkw} : dx_3 / dt = -0.3834x_3^2 + 0.1852x_3 - 0.8703x_2x_3 \end{cases} . \quad (5.15)$$

Аналіз системи (5.15) вказує на відсутність конкурентного тиску мережі studivZ на мережі wkw і Facebook ( $c_{21} = c_{31} = 0$ ). Вона має невеликий темп зростання ( $a_1 = 0.1124$ ) і схильна до значного впливу з боку своїх конкурентів ( $a_1 < c_{12}, a_1 < c_{13}$ ). При цьому найбільший вплив на неї робить мережа Facebook ( $c_{12} > c_{13}$ ), яка розвивається в умовах слабкої конкуренції ( $a_2 > c_{21}, a_2 > c_{23}$ ). У регіональній соціальній мережі wkw темп

<sup>146</sup> Соціальна мережа studivZ, створена у 2005 р., повторює функціонал Facebook. Спочатку передбачалося, що цільовою аудиторією будуть студенти Німеччини, Австрії, Швейцарії, з 2009 р. компанія зосередилася тільки на німецькомовній аудиторії. Мережа піддається критиці через проблеми з перевантаженням трафіка, недобросовісну конкуренцію, порушення конфіденційності даних.

<sup>147</sup> Соціальна мережа wer-kennt-wen (wkw), створена у 2006 р., призначена для пошуку колишніх однокласників, спілкування з друзями, колегами, знайомими в Німеччині, Австрії та Швейцарії. Недоліком мережі є слабкий захист даних.

зростання трохи більший, ніж у мережі Facebook ( $a_2 = 0.3020, a_3 = 0.3834$ ), але через сильний конкурентний вплив останньої ( $a_3 < c_{32}$ ) її динаміка спадна (рис. 5.27).

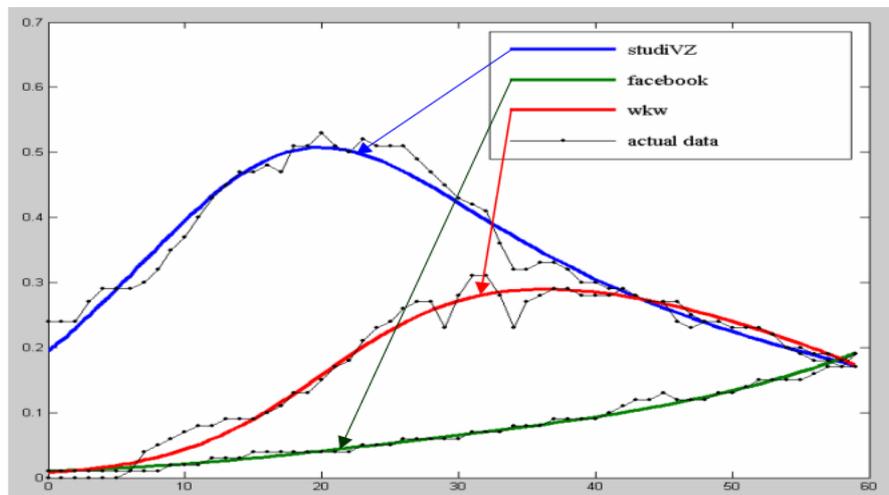


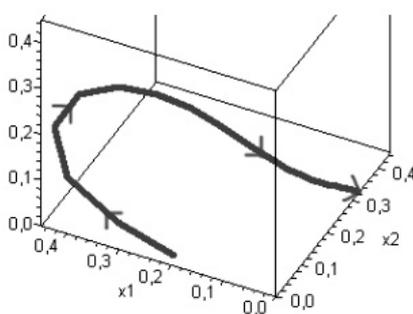
Рис. 5.27 – Фактичні та розрахункові значення кількості унікальних користувачів соціальних мереж Facebook, studivZ і wkw (частки), 2007-2009 рр.

Система (5.15) має чотири точки рівноваги, три з яких стійкі (табл. 5.8). Розглянемо точку  $(0, 0.3248, 0)$ . Вона є стійкою і моделює ситуацію «переможець отримує все» (рис. 5.28 а).

Таблиця 5.8

### Точки рівноваги системи (5.15)

Точки рівноваги	Тип точки рівноваги
$(0, 0, 0)$	Не стійка
$(1, 0, 0)$	Сідло
$(0, 0, 0.4830)$	Сідло
$(0, 0.3248, 0)$	Стійкий вузол



а)



б)

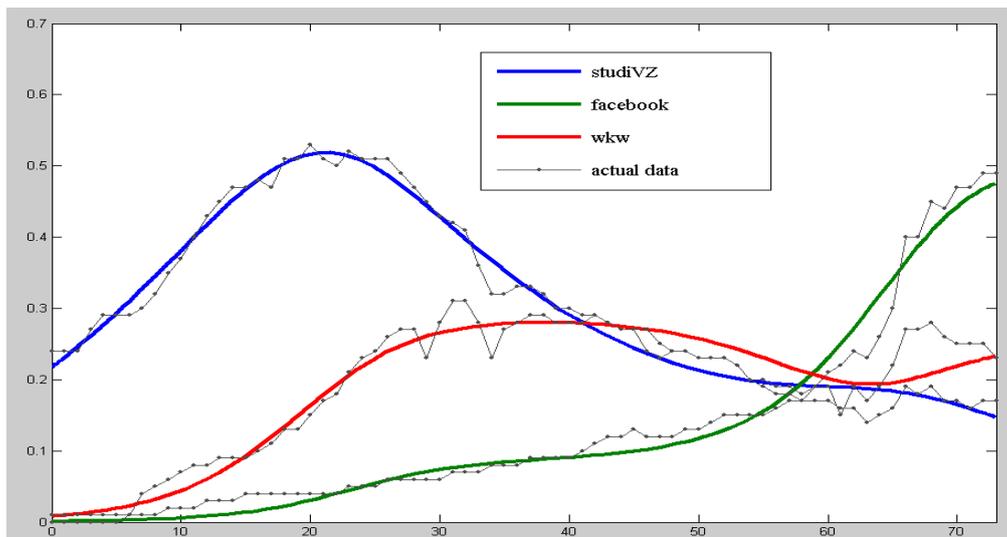
Рис. 5.28 – а) фазова траєкторія системи,  $x(0) = (0.2, 0.01, 0.015)$ , б) фактичний розвиток соціальних мереж Facebook, studivZ і wkw після періоду моделювання

Згідно з прогнозом, за певних початкових умов (відповідних статистичних даних на травень 2007 р.) мережа Facebook витіснить з ринку своїх конкурентів і займе лідируючі позиції, незважаючи на сильну конкуренцію з боку регіональних мереж, які продовжать втрачати свою аудиторію. Цей прогноз повністю підтверджується фактичною динамікою мереж після 2012 р. (рис. 5.28 б).

Як показав аналіз, система з постійними коефіцієнтами досить добре описала динаміку користувачів у короткостроковій перспективі, однак перевіримо, що покажуть розрахунки на основі моделі зі змінними коефіцієнтами за більш тривалий період. Після оцінки параметрів моделі (5.13) система набула вигляду [52]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{studiVZ: } dx_1 / dt = -0.0814x_1^2 + 0.0814x_1 - 0.1020x_1x_2 - \frac{1.1919x_3 - 0.0236x_3^2}{1 + x_1x_3} x_1x_3 \\ \text{facebook: } dx_2 / dt = -0.1786x_2^2 + 0.1786x_2 - \frac{6.8903x_3^2}{1 + x_2x_3} x_2x_3 \\ \text{wkw: } dx_3 / dt = -0.1787x_3^2 + 0.1787x_3 - \frac{-7.9674x_2 + 8.5990x_2^2 + 2.1273}{1 + x_2x_3} x_2x_3 \end{array} \right. \quad (5.16)$$

На рис. 5.29 представлені фактичні та розрахункові дані для системи зі змінними коефіцієнтами (5.16).



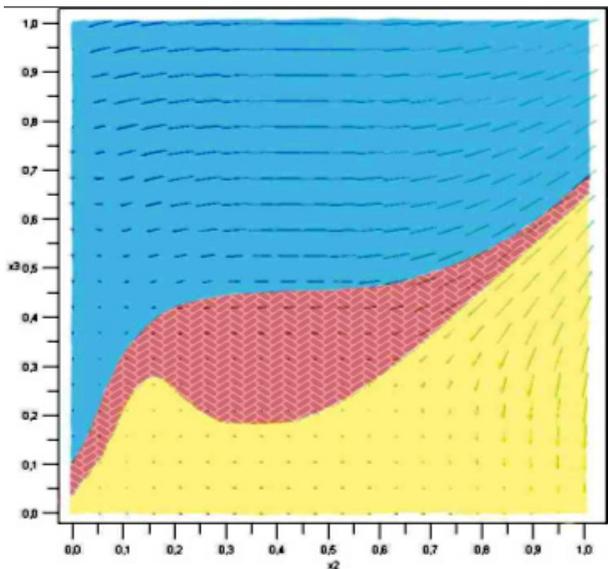
**Рис. 5.29 – Фактичні та розрахункові дані за пошуковим трафіком мереж Facebook, studiVZ і wkw для системи зі змінними коефіцієнтами**

Рівноважні стани системи (5.16) представлені в табл. 5.9.

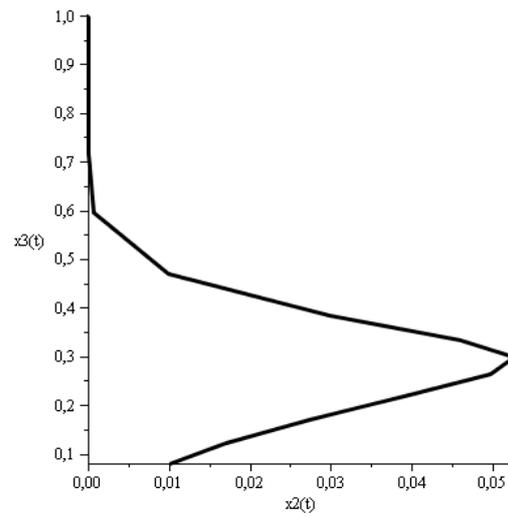
Таблиця 5.9

**Точки рівноваги системи (5.16)**

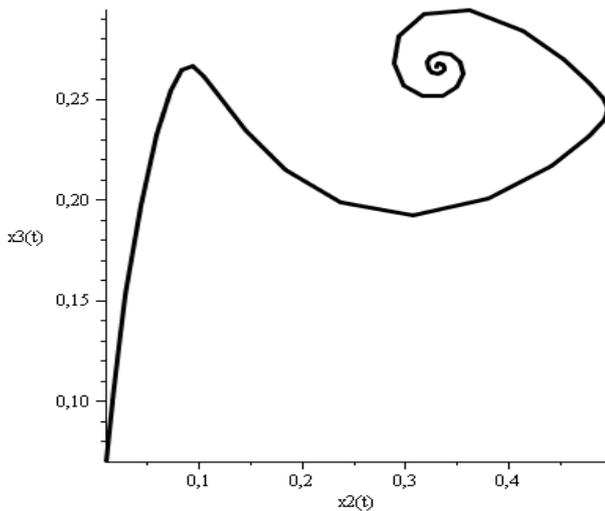
Точки рівноваги	Тип точки рівноваги
(1,0,0)	Сідло
(0,0,1)	Стійкий вузол
(0,1,0)	Стійкий вузол
(0,0.5082,0.2428)	Сідло
(0,0.3320,0.2661)	Стійкий фокус
(0,0.0867,0.2895)	Сідло



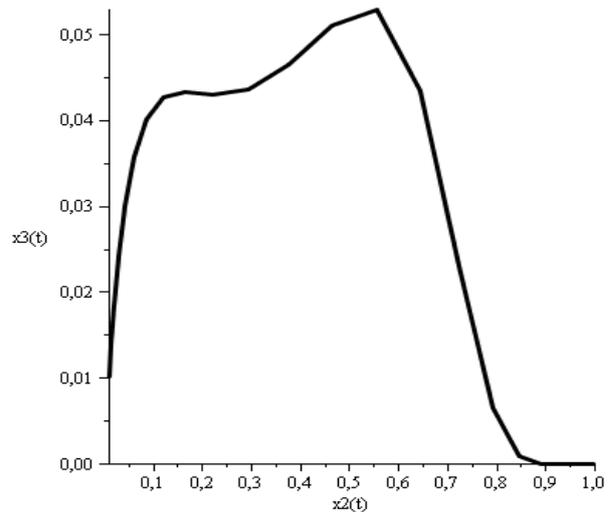
а)



б)  $x(0)=(0.21;0.01;0.08)$ ,  $t=150$ ,  
стійка точка  $(0;0;1)$



в)  $x(0)=(0.21;0.01;0.07)$ ,  $t=150$ ,  
стійка точка  $(0;0.3320;0.2661)$



г)  $x(0)=(0.21;0.01;0.01)$ ,  $t=100$ ,  
стійка точка  $(0;1;0)$

**Рис. 5.30 – а) – області тяжіння аттракторів, б)-г) – фазові траєкторії системи за різних початкових умов**

Порівняно з системою (5.15) слід відзначити появу точки рівноваги, яка описує коливальну динаміку –  $(0, 0.33, 0.27)$ . Вона відповідає ситуації співіснування двох мереж – Facebook і wkw, що не спостерігалось в системі з постійними коефіцієнтами (однак на практиці мережі wkw не вдалося реалізувати цю теоретичну можливість). Частка користувачів мережі studiVZ у всіх стійких станах дорівнює нулю, що відповідає повному її витісненню з ринку.

Стійкі точки мають свої області тяжіння, різні за величиною, і залежно від початкових умов система потрапляє в одну з них. На рис. 5.30 представлені області тяжіння аттракторів і фазові траєкторії за різних початкових умов для системи (5.16).

Аналіз системи (5.16) показав, що введення змінних коефіцієнтів конкуренції в даному випадку не додало прогностичних здібностей моделі, і цілком можна було обмежитися дослідженням системи з постійними коефіцієнтами [53].

Проте в цілому, система зі змінними коефіцієнтами є більш тонким інструментом моделювання, адекватним процесам розвитку онлайн-соціальних мереж у конкурентному середовищі. Вона може бути використана для подальшого дослідження взаємодії користувачів мереж, оскільки значно розширює можливості опису динаміки реальних даних – у системі можливі кілька стійких станів рівноваги, динаміка чисельності користувачів істотно залежить від стратегії конкурентів, кінцеві стани системи чутливі до початкових умов.

### 5.3. Еволюційні механізми розвитку соціальних мереж: конкуренція та кооперація

Результати дослідження конкурентної взаємодії агентів онлайн-соціальних мереж на основі аналітичної моделі, отримані в попередньому розділі роботи, свідчать про адекватність покладених в її основу припущень. У цьому розділі проаналізуємо модифікацію моделі Маурера–Хубермана, запропоновану Л. Лопезом та М. Саньяном і спробуємо реалізувати еволюційну схему взаємодії користувачів соціальних мереж у вигляді мультиагентної моделі.

Лопез та Саньян [16] розглядали модель конкуренції трьох веб-сайтів у такій постановці:

$$\begin{cases} dx_1/dt = a_1 b_1 x_1 - a_1 x_1^2 - c_{12} x_1 x_2 - c_{13} x_1 x_3 \\ dx_2/dt = a_2 b_2 x_2 - a_2 x_2^2 - c_{21} x_1 x_2 - c_{23} x_2 x_3 \\ dx_3/dt = a_3 b_3 x_3 - a_3 x_3^2 - c_{31} x_1 x_3 - c_{32} x_2 x_3 \end{cases} \quad (5.17)$$

де  $a_i \geq 0, b_i = 1, c_{ij} \geq 0, i=1..3$ .

У запропонованому ними трактуванні параметрів моделі умова  $c_{ij} > a_i$  означає, що  $i$ -й сайт сильно конкурує з  $j$ -м,  $c_{ij} \leq a_i - j$ -й сайт співпрацює з  $i$ -м. Модель не передбачає будь-якого реального співробітництва між сайтами, а лише відображає той факт, що при низькому рівні конкуренції їх вплив один на одного невеликий. Кілька сайтів формують альянс, якщо між ними виконуються умови співпраці, а з рештою – умови сильної конкуренції.

Залежно від співвідношень параметрів моделі Лопез і Саньян описали такі ситуації:

Ситуація 1. Сайти співпрацюють, тобто конкуренція між ними слабка. Це дозволяє всім сайтам бути присутніми на ринку, зберігаючи свою частку користувачів, яка буде залежати від параметрів моделі і початкових умов.

Ситуація 2. Між сайтами сильна конкуренція. У результаті моделювання авторам вдалося показати, що в такій ситуації на ринку залишиться тільки один із конкурентів. При цьому для повністю симетричного випадку ( $a_1 = a_2 = a_3 = a$ ;  $c_{12} = c_{21} = c_{13} = c_{31} = c_{23} = c_{32} = c$ ) головним фактором, що визначає успіх сайту, буде його початкова частка. Однак при несиметричних умовах це припущення може і не виконуватися, наприклад, переможцем може стати сайт із найбільшим темпом зростання.

Ситуація 3. Два сайти слабо конкурують між собою, при цьому сильно конкуруючи з третім. Згідно з Лопезом і Саньяном, у цьому випадку на ринку залишиться або третій сайт, або альянс перших двох. Яка саме з точок виявиться рівноважною, залежить від початкових умов і значень параметрів системи.

Випадок ( $a_1 = a_2 = a_3 = a$ ;  $c_{12} = c_{21} < a$ ;  $c_{13} = c_{31}$ ;  $c_{23} = c_{32}$ ) розглядався авторами з використанням чисельної імітації, і були отримані такі результати:

1. Якщо сума початкових значень для сайтів, які складають альянс, більше початкової частки третього сайту, при досить сильній співпраці всередині альянсу (малих  $c_{12} = c_{21}$ ) альянсу вдається витіснити з ринку більш потужного суперника.

2. Якщо сума початкових часток сайтів, які складають альянс, менше початкового значення третього сайту, перемога альянсу можлива лише за умови сильної співпраці всередині нього і невисокого рівня конкуренції з третім сайтом.

Для перевірки гіпотез і висновків Лопеза і Саньяна в середовищі NetLogo була побудована мультиагентна модель (текст програми див. у додатку К), основні допущення якої зводяться до такого:

1. Розглядається сукупність користувачів, які є самостійними унікальними агентами.

2. Користувачі взаємодіють один з одним і з навколишнім середовищем. Їхня взаємодія має антагоністичний характер.

3. Зростання чисельності користувачів описується рівнянням Ферхюльста в дискретній постановці. Ємність системи обмежена.

4. Агенти групуються в співтовариства – соціальні мережі.

5. Агенти зацікавлені у збереженні та поширенні своєї інформації, що проявляється в прагненні долучити інших агентів до участі у своїй спільноті.

Серія експериментів з моделлю була розбита на 3 блоки відповідно до трьох типів аналізованих ринків (конкурентний, кооперативний і змішаний) [47]. Згідно з припущеннями для кожного блоку була проведена параметризація моделі (табл. 5.10).

Таблиця 5.10

Набори параметрів у експериментах

Тип ринку	Конкурентний ринок			Кооперативний ринок		Змішаний ринок					
	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\alpha_1$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9	1
$\alpha_2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9	1
$\alpha_3$	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\beta_1$	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1
$\beta_2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\beta_3$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\gamma_{12}$	2	2	1.2	0.6	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8
$\gamma_{21}$	2	2	1.2	0.6	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8
$\gamma_{13}$	2	2	1.2	0.6	0.6	2	2	2	2	2	2
$\gamma_{31}$	2	2	1.2	0.6	0.6	2	2	2	2	2	2
$\gamma_{23}$	2	2	2	0.6	0.6	2	2	2	2	2	2
$\gamma_{32}$	2	2	2	0.6	0.6	2	2	2	2	2	2
$x_1(0)$	0.07	0.07	0.23	0.10	0.10	0.13	0.35	0.15	0.13	0.13	0.13
$x_2(0)$	0.37	0.37	0.385	0.30	0.30	0.35	0.50	0.25	0.35	0.35	0.35
$x_3(0)$	0.56	0.56	0.385	0.60	0.60	0.52	0.15	0.60	0.52	0.52	0.52
$D_i$	0.6	0.6	0.7	0.6	0.9/1.1	0.6/0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
$Num_{нейтр}$	1000	1000	1000	500	500	500	500	500	500	500	500

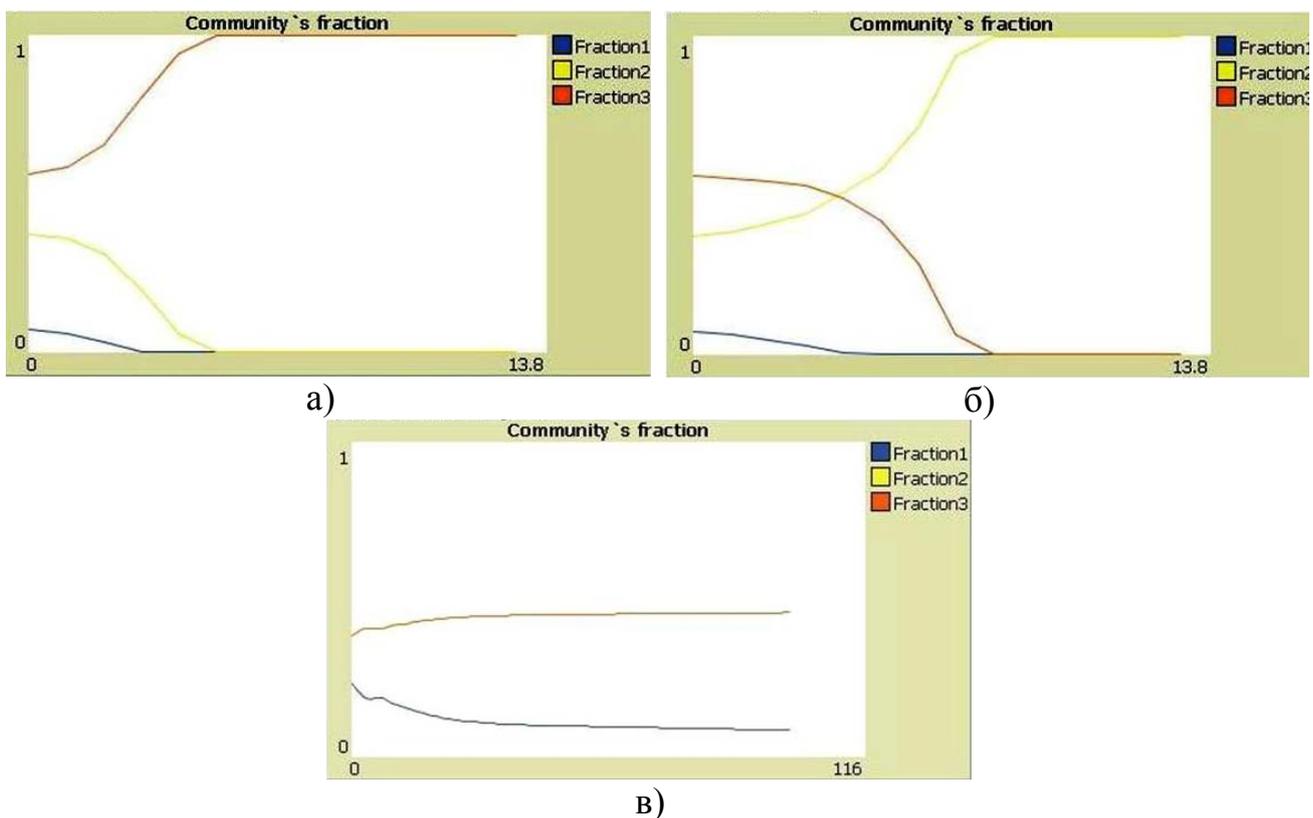
Розглянемо результати експериментування для кожного типу ринків<sup>148</sup>.

Блок 1. Конкурентний ринок. В експерименті 1 передбачалося, що всі мережі мають однакові конкурентні переваги, проте спочатку охоплюють

<sup>148</sup> Розрахунки проведено магістрантом М. Гур'євою.

різні обсяги ринку. Експеримент показав, що в умовах сильної конкуренції на ринку спостерігається природна монополізація (рис. 5.31 а). Цей результат узгоджується з висновками Адамик і Хубермана, які на основі аналізу статистики відвідування різних веб-ресурсів показали, що невеликій кількості веб-сайтів належить непропорційно велика частка трафіка і гіперпосилань [3]. Також тут важливо відзначити, що мережа, яка не має яскраво виражених конкурентних переваг, не зможе вийти на подібний ринок.

В експерименті 2 конкурентні переваги третьої мережі були знижені при збереженні можливостей зростання першої та другої. Тоді незважаючи на те, що спочатку третя мережа мала максимальне число учасників, відносно низька якість послуг призвела до втрати лідируючого положення і надалі – до витіснення з ринку (рис. 5.31 б). Це підтверджує припущення про те, що на висококонкурентних ринках якість послуг, які надаються, відіграє вирішальну роль.



**Рис. 5.31 – Динаміка користувачів соціальних мереж на конкурентному ринку:**  
 а) – рівний потенціал, нерівні вихідні частки; б) – слабкий потенціал лідера;  
 в) – сильна конкуренція між лідерами

У третьому експерименті, коли перша мережа володіє меншим потенціалом, але друга і третя знаходяться в умовах «жорсткої» конкуренції один з одним, спостерігається стабілізація ринку, що дозволяє співіснувати всім трьом проектам (рис. 5.31 в). Цей висновок узгоджується з резуль-

татами А. Огюса, який на основі експериментування з агентно-орієнтованою моделлю конкуренції веб-сайтів зробив висновок, що найчастіше мережеві ефекти призводять до монополізації ринку, проте в ситуації сильної конкуренції між лідерами ринку дрібні проекти, орієнтовані на спеціалізовану цільову аудиторію, можуть цілком успішно розвиватися [20].

Після стабілізації ринку починається просторове формування кластерів проектів за рахунок дифузії<sup>149</sup>, наявність якої не змінює кількість користувачів проектів, а лише перерозподіляє учасників спільнот відповідно до щільності проекту в їхньому оточенні. У підсумку можна спостерігати зміну загальної картини просторового розташування мереж у бік формування більш однорідних і великих областей у порівнянні з попередніми періодами (рис. 5.32).

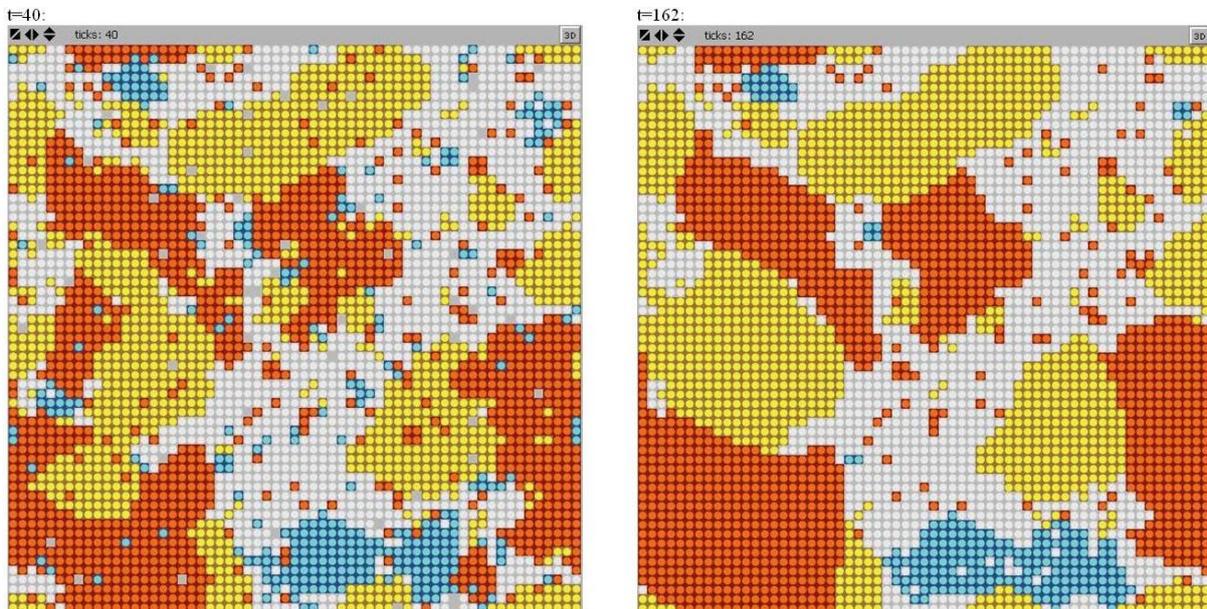


Рис. 5.32 – Динаміка користувачів на конкурентному ринку

У цілому, аналіз результатів експериментів 1–3 показав, що на конкурентних ринках надмірна конкуренція сильних і якісних проектів може блокувати можливості для їх росту, стабілізувавши ринок на рівні нижче насичення і дозволяючи виживати більш слабким гравцям.

**Блок 2. Кооперативний ринок.** В експерименті 4, коли темпи зростання і потужності мереж однакові, відбувається перерозподіл ринку приблизно

<sup>149</sup> Модифікація моделі Лотки–Вольтерра з урахуванням фактора дифузії запропонована Д. С. Чернавським [58]:

$$du_i/dt = \frac{1}{\tau_i} u_i - \sum_{j \neq i} b_{ij} u_i u_j - a_i u_i^2 + D_i \Delta u_i,$$

де член  $a_i u_i^2$  відображає загибель при зустрічі двох однакових елементів; він суттєвий, якщо концентрація однакових елементів стає дуже великою, взаємодія елементів представлена членом  $b_{ij} u_i u_j$ ,  $D_i$  – коефіцієнти дифузії.

порівню, навіть незважаючи на те, що частки ринку, які були зайняті ними в початковий момент часу, істотно відрізнялися. Зауважимо, що такий стан для інтернет-проектів вигідний лише відносно, оскільки таке співіснування не дозволяє їм залучати максимально можливе число користувачів і розвиватися максимальними темпами.

Далі розглянемо ситуацію, яка часто спостерігається на усталеному інтернет-ринку, де співіснують кілька проектів. Результати експерименту 5 показали, що якщо скупчення учасників одного проекту в якійсь області велике, то з більшою ймовірністю учасники міноритарних проектів, які знаходяться всередині цієї області, покинуть свій проект і зареєструються в тому, який переважає. Для дослідження цих процесів у нашій моделі використовується параметр дифузії ( $D_i$ ). Аналіз показав, що чим більше значення цього параметра, тим більша амплітуда коливань спостерігається і, починаючи з певного рівня, рівновага на такому ринку встановитися не може (рис. 5.33).

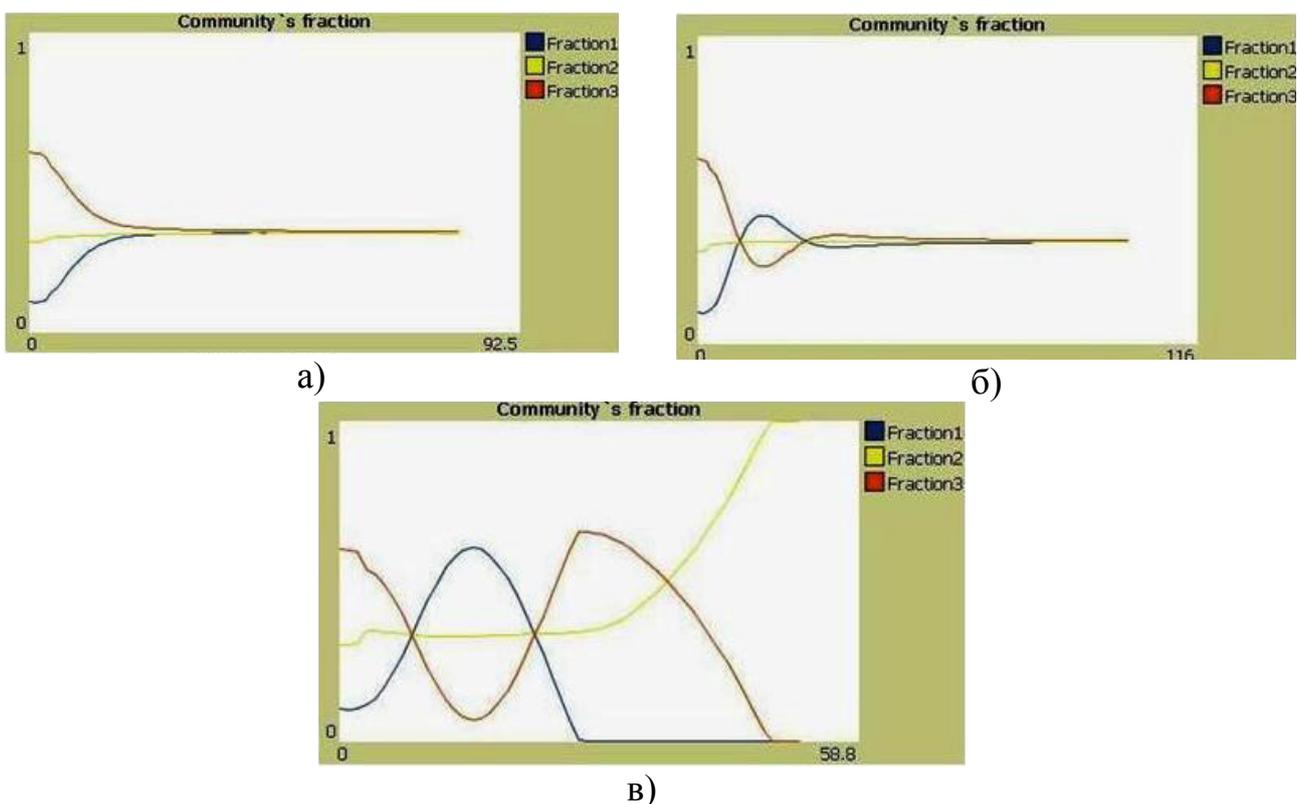


Рис. 5.33 – Вплив параметра дифузії на динаміку агентів:

а) –  $D = 0.6$ ; б) –  $D = 0.9$ ; в) –  $D = 1.1$

Розглянувши різні ситуації на кооперативному ринку, можна відзначити, що в даному випадку успішність мережі буде залежати, у першу чергу, від якості наданого контенту та її технічних можливостей. На такий ринок можуть виходити навіть малі, але якісні проекти з перспективою завоювати «свою» аудиторію [52].

І нарешті, розглянемо змішаний ринок, на якому одні мережі можуть співпрацювати, сильно конкуруючи з іншими. Спочатку дослідимо динаміку альянсу двох проектів, які змагаються з третім гравцем на ринку. Експеримент 6 показав, що після старту моделі альянс досить швидко витісняє з ринку третього гравця, після чого поступово весь ринок ділиться між лідерами. Після досягнення максимальної місткості ринок стабілізується, і спостерігаються процеси міграції учасників між спільнотами. Постійна дифузія без зміни кількості проектів поступово модифікує скупчення учасників спільноти в однорідні великі області (рис. 5.34).

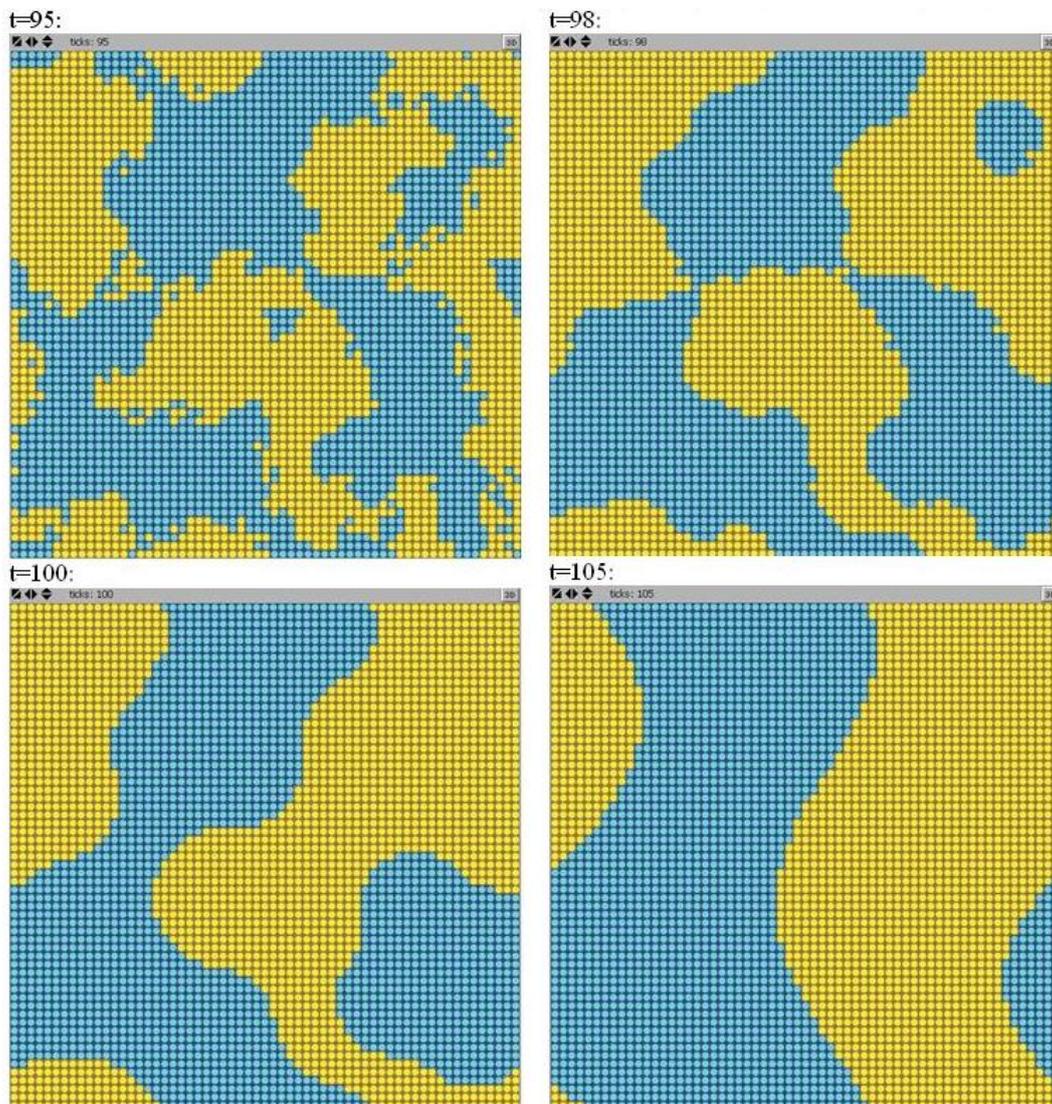
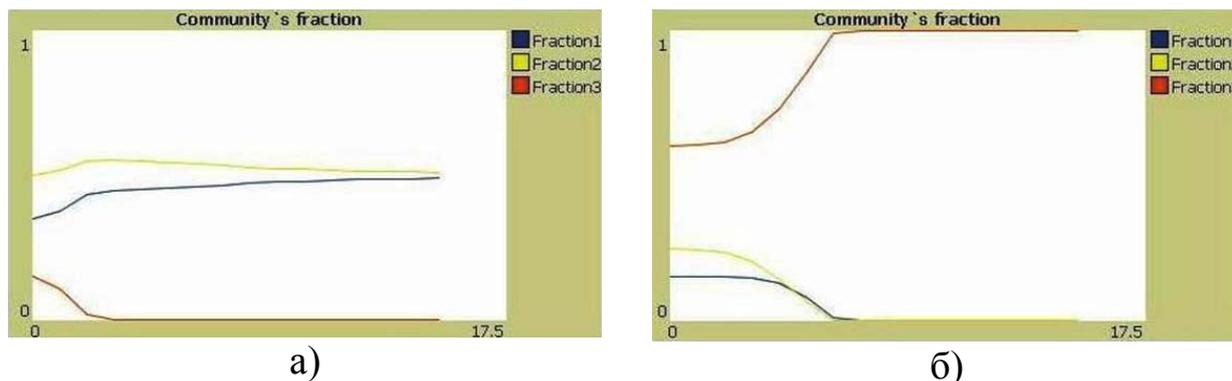


Рис. 5.34 – Динаміка користувачів на змішаному ринку

Аналіз результатів експериментів показав, що динаміка агентів істотно залежить від початкового розподілу часток. Так, у випадку, коли вихідна частка альянсу задавалася на рівні 85 % (експеримент 7), третя мережа моментально була витіснена з ринку, коли ж альянс стартував з рівня менше половини ринку (експеримент 8), третій мережі вдалося

зберегти лідерство. Крім того, за результатами експерименту 9 можна сказати, що об'єднання «малих» проектів з метою співпраці на змішаному ринку буде результативним тільки в тому випадку, якщо вони здатні надавати висококонкурентний контент.

Аналіз ступеня співпраці між партнерами (експеримент 10) також впливає на розвиток ринку. В умовах низького рівня співпраці всередині альянсу, конкуруючий проект продовжує інтенсивно нарощувати базу учасників, витісняючи конкурентів (рис. 5.35).



**Рис. 5.35 – Динаміка розвитку проектів на змішаному ринку залежно від початкових умов:**

- а) – високий рівень співпраці всередині альянсу,  
б) – низький рівень співпраці всередині альянсу**

Таким чином, для невеликих проектів, які надають споживачам послуги за якістю, не нижче, ніж інші, є сенс сформувати альянс з іншими гравцями ринку. Але в такому випадку учасникам союзу слід не знижувати і постійно вдосконалювати свої конкурентні переваги, а також максимально співпрацювати у всіх областях, здатних принести обоюдно вигоду. Тоді навіть з малою базою користувачів сформований союз може стати лідируючим без особливо високих фінансових і матеріальних витрат, які були б необхідні кожному проекту окремо для досягнення подібного результату [46].

На основі аналізу проведених експериментів можна зробити такі висновки:

1. В умовах сильної конкуренції спостерігається природна монополізація ринку, що підтверджує висновки, отримані в роботах Маурера і Хубермана [18]. При цьому на висококонкурентних ринках якість послуг, які надаються, відіграє вирішальну роль.

2. У ситуації сильної конкуренції між лідерами ринку (яка може блокувати можливості для їх росту), дрібні проекти, орієнтовані на спеціалізовану цільову аудиторію, мають шанси на розвиток, що підтверджує результати Огюса [20].

3. Якщо скупчення учасників одного проекту в певному сегменті ринку велике, то з більшою ймовірністю учасники міноритарних проектів, що знаходяться всередині цієї області, залишать свій проект і зареєструються в тому, який переважає.

4. На кооперативному ринку успішність мережі буде залежати, у першу чергу, від якості наданого контенту та її технічних можливостей. На такий ринок можуть виходити навіть малі, але якісні проекти, з перспективою завоювати «свою» аудиторію.

5. Об'єднання «малих» проектів з метою співпраці на змішаному ринку буде результативним тільки в тому випадку, якщо вони здатні надавати висококонкурентний контент.

Таким чином, аналіз результатів експериментів для всіх типів ринків дозволив розширити спектр ситуацій, досліджених у роботах Лопеза і Саньяна [16], які можуть скластися в інтернет-просторі залежно від типу ринку, його характеристик, а також стратегій основних його гравців. Зумівши чітко визначити поточну кон'юнктуру ринку, інвестори і керівники інтернет-проекту можуть отримати можливість виробити правильну стратегію розвитку, яка дозволить із найменшими витратами ресурсів досягти запланованого результату.

Детальний розгляд експериментів показав, що при старті і подальшому розвитку проекту слід враховувати специфіку ринку та потенційних споживачів, а також реально оцінювати свої можливості і потенціал конкурентів. При управлінні існуючим проектом необхідно чітко усвідомлювати високу ступінь взаємодії користувачів Інтернету, від яких безпосередньо залежить доля спільноти. Саме кількість зареєстрованих активних користувачів, а також їх задоволеність якістю послуг, які надаються, безпосередньо впливає на ступінь розширення проекту та його конкурентоспроможність на ринку.

### **Література до розділу**

1. Adamic L. A. Network Dynamics: The Worldwide Web. A dissertation submitted to the department of applied physics and the committee on graduate studies of Stanford University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy / L. A. Adamic. – 2001.
2. Adamic L. A. The nature of markets on the World Wide Web, Q. J. Electron. Commerce 1 / L. A. Adamic, B. A. Huberman. – 2000. – P. 5–12.
3. Adamic L.A., Huberman B.A. Power-law distribution of the World Wide Web, Science 287. – 2000.

4. Anderson C. *The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More*. Hachette Books; Revised edition / C. Anderson. – 2008. – 267 p.
5. Asur S., Huberman B. *Predicting the Future With Social Media* [Electronic Resource] / S. Asur, B. Huberman. – Way of access : <http://arxiv.org/pdf/1003.5699.pdf>
6. Bangemann M. *Europe and the Global Information Society* [Electronic Resource] / M. Bangemann. – Way of access : <http://www.medicif.org/Diglibrary/ECdocs/reports/Bangemann.htm>
7. Briscoe B. *Metcalfe's Law is Wrong – 2005* [Electronic Resource] / B. Briscoe, A. Odlyzko, B. Tilly. – Way of access : <http://ieee.org/computing/networks/metcalfes-law-is-wrong/1>
8. Driessche P., Zeeman M.L. *Three-dimensional competitive Lotka-Volterra systems with no periodic orbits*, SIAM J. Appl. Math. 58 (1). – 1998. – P. 227–234.
9. Enders A. *Europe's creative hubs. Bertelsmann and Enders Analysis* [Electronic Resource] / A. Enders. – London, 2014. – Way of access : <http://www.bertelsmann.com/media/news-und-media/downloads/europe-s-creative-hubs-london-2014.pdf>
10. Escobido M. G. *A Dynamic model of competition* / M. G. Escobido. – 1998.
11. Frank R. H. *The Winner-take-all Society* / R. H. Frank, P. J. Cook // Free Press. – New York, 1995.
12. *Google Trends* [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.google.com/trends>
13. Hernandez M-J. *Dynamics of transitions between population interactions: a nonlinear interaction  $\alpha$ -function defined* / M-J. Hernandez. – 1998.
14. Hirsh M. W. *Systems of differential equations which are competitive or cooperative: III. Competing species*, Nonlinearity 1. – 1988. – P. 51–71.
15. *Internet World Stats News* [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
16. Lopez L., Sanjuan M. *Defining strategies to win in the Internet market* / L. Lopez, M. Sanjuan // Physica, A 301. – 2001. – P. 512–534.
17. *Market Research & Statistics* [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.emarketer.com/Article.aspx?id=1006278>
18. Maurer S. M. *Competitive Dynamics of Web Sites* [Electronic Resource] / S. M. Maurer, B. A. Huberman. – Way of access : <http://arxiv.org/abs/nlin/0003041v1>
19. Michalik C. *Incremental single shooting-A robust method for the estimation of parameters in dynamical systems* / C. Michalik, R. Hanneman, W. Marquardt // Process Systems Engineering. – Aachen, Germany, 2007.

20. Ogun A. The Economics of Internet Companies, Working paper / A. Ogun, M. Maza, D. Yuret ; Department of Economics, Boston College. – Boston, 1999.
21. O'Reilly T. What is Web 2.0 [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>
22. Quantcast's free comprehensive measurement [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.quantcast.com>
23. Reed D. P. That Sneaky Exponential: Beyond Metcalfe's Law to the Power of Community Building. – 1999 [Electronic Resource] / D. P. Reed. – Way of access : <http://www.reed.com/gfn/docs/reedslaw.html>
24. Sikder A. A Lotka-Volterra competition model and its global convergence to a definite axial equilibrium // *Journal of Mathematical Biology* 44 (4). – 2002. – P. 297–308.
25. Simeonov S. Metcalfe's Law: more misunderstood than wrong? [Electronic Resource] / S. Simeonov. – 2005. – Way of access : <http://blog.simeonov.com/2006/07/26/metcalfes-law-more-misunderstood-than-wrong/>
26. Smale S. Differentiable dynamical systems / S. Smale // *Bulletin of the American Mathematical Society*. – 1967. – № 73. – P. 747–817.
27. Solomon S. Generalized Lotka–Volterra (GLV) models [Electronic Resource] / S. Solomon. – 2005. – Way of access : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.26.594&rep=rep1&type=pdf>.
28. The 1000 most-visited sites on the web [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.google.com/adplanner/static/top1000/>
29. The Web Information Company [Electronic Resource]. – Way of access : <http://alexa.com>
30. Wall Street Journal [Electronic Resource]. – Way of access : <http://wsj.com>
31. Wang Y. Necessary and sufficient conditions for the existence of periodic orbits in a Lotka-Volterra system / Y. Wang // *J. Math. Anal. Appl.* 284. – 2003. – P. 236–249.
32. Wijeratne A. W. Bifurcation analysis in the diffusive Lotka–Volterra system: An application to market economy [Electronic Resource] / A.W. Wijeratne, F. Yi, J. Wei // *Chaos, Solitons and Fractals*. – 2009. – № 40. – P. 902–911. – Way of access : <http://www.elsevier.com/locate/chaos>
33. Xiao M., Cao J. Stability and Hopf bifurcation in a delayed competitive web sites model [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.elsevier.com/locate/pla>
34. Yanhui L. Competitive dynamics of e-commerce web sites / L. Yanhui, Z. Siming // *Applied Mathematical Modelling*. – 2007. – № 31. – P. 912–919. – Way of access : <http://www.elsevier.com/locate/apm>

35. Yanhui L. Qualitative analysis of n-dimensional competitive systems. *Nonlinear Analysis: RealWorld Applications* 7 [Electronic Resource] / L. Yanhui, Z. Siming. – 2005. – P. 700–719. – Way of access : <http://www.elsevier.com/locate/na>
36. Yawei R. Websites Competitive Model with Consumers Divided Into Users and Visitors [Electronic Resource] / R. Yawei, Y. Deli, D. Xinjun // 4th International Conference Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. – 2008. – P. 1–4. – Way of access : [http://www.researchgate.net/publication/251865194\\_Websites\\_Competitive\\_Model\\_with\\_Consumers\\_Divided\\_Into\\_Users\\_and\\_Visitors](http://www.researchgate.net/publication/251865194_Websites_Competitive_Model_with_Consumers_Divided_Into_Users_and_Visitors)
37. Zeeman E. C. From local to global behavior in competitive Lotka-Volterra systems / E.C. Zeeman, M. L. Zeeman // *Transactions of the American Mathematical Society*. – 2002. – № 355 (2). – P. 713–734.
38. Zhang X. The global dynamic behavior of the competitive systems of three species / X. Zhang, L. Chen // *Journal of Mathematical Analysis and Applications*. – 2000. – №245. – P. 124–141.
39. Ананьевский М. Исследование схем монетизации социальной сети Facebook.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://sloger.net/story/seo-blog-v2-0-setevoy-marketing-kapcha-maniaki.html>
40. Басов А. Социальные сети изменили интернет, и они будут во многом определять следующий этап его эволюции [Электронный ресурс] / А. Басов // *Коммерсантъ*. – 2007. – № 216 (3792). – Режим доступа : <http://www.kommersant.ru/doc.aspx?DocsID=828360>
41. Батищев В. А. Численное решение задач прикладной математики / В. А. Батищев. – Ростов-на-Дону, 2010. – 198 с.
42. Биргер П. Взлет и падение некогда главной соцсети планеты. [Электронный ресурс] – Режим доступа : [http://slon.ru/future/vzlet\\_i\\_padenie\\_nekogda\\_glavnoy\\_socseti\\_planety-598401.xhtml?ff=598499#ff](http://slon.ru/future/vzlet_i_padenie_nekogda_glavnoy_socseti_planety-598401.xhtml?ff=598499#ff)
43. Губанов Д. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Д. Губанов, Д. Новиков, А. Чхартишвили ; под ред. чл.-кор. РАН Д. А. Новикова. – М. : Издательство физико-математической литературы, 2010. – 228 с.
44. Доходы Facebook удвоились [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://internet.cnews.ru/news/top/index.shtml?2010/03/03/381462>
45. История Facebook – как создавалась популярная социальная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://24company.ru/facebook/>
46. Кононова К. Ю. Анализ ценности онлайн-социальных сетей / К. Ю. Кононова // «Моніторинг, моделювання та менеджмент емерджентної економіки» : зб. наук. пр. Другої Міжнародної науково-практичної конференції. – Черкаси : Брама-Україна, 2010. – С. 118–119.

47. Кононова К. Ю. Динамические модели взаимодействия и самоорганизации пользователей интернет / К. Ю. Кононова // Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем : тези доповідей III міжнародної науково-практичної конференції. – Х. : ВД «ИНЖЕК», 2011. – С. 57–59.

48. Кононова К. Ю. Исследование конкурентного взаимодействия онлайн-социальных сетей / К. Ю. Кононова // Вестник Харьковского университета. – 2011. – № 935. – С. 159–165.

49. Кононова К. Ю. Оценка числа пользователей социальных сетей / К. Ю. Кононова // Формування ринкової економіки в Україні. Науковий збірник. – Львів, 2010. – Вип. 22. – С. 176–179.

50. Меркулова Т. В. Моделирование динамики пользователей интернет на примере социальных сетей / Т. В. Меркулова, К. Ю. Кононова // Економічна кібернетика. – 2010. – № 1–3 (61–63). – С. 31–41.

51. Меркулова Т. В. Моделирование динамики социальных сетей / Т. В. Меркулова, К. Ю. Кононова // Бізнес-інформ. – 2009. – № 2 (1). – С. 44–47.

52. Меркулова Т. В. Социальные сети как феномен сетевой экономики / Т. В. Меркулова, К. Ю. Кононова // Рефлексивные процессы в экономике: концепции, модели, прикладные аспекты : монография / под ред. Р. Н. Лепы ; НАН Украины, Институт экономики промышленности. – Донецк : АПЕКС, 2010. – 306 с. – С. 212–228.

53. Меркулова Т. В. Социальные сети: рефлексивный подход к формированию потребительского выбора / Т. В. Меркулова, К. Ю. Кононова // Рефлексивні процеси і управління в економіці : тези і матеріали науково-практичної конференції. – Херсон, 2010. – С. 25–27.

54. Санто Б. Нетрадиционный вызов информационных технологий [Электронный ресурс] / Б. Санто. – Режим доступа : / <http://iee.org.ua/ru-publication/41/>

55. Семенов Н. Социальные сети: перспективы и способы монетизации [Электронный ресурс] / Н. Семенов. – Режим доступа : <http://e-commerce.com.ua/7525>

56. Спиридонов М. Что такое «социальный сервис» и «социальная сеть» [Электронный ресурс] / М. Спиридонов. – Режим доступа : <http://spiridonov.ru/post/145>

57. Флетчер К. Численные методы на основе метода Галёркина / К. Флетчер. – М. : Мир, 1988. – 352 с.

58. Чернавский Д. С. Синергетика и информация: Динамическая теория информации / Д. С. Чернавский. – М. : Наука, 2001. – 304 с.

59. Что такое социальная сеть? Сколько стоят социальные сети? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.antula.ru/site-price\\_social\\_net.htm](http://www.antula.ru/site-price_social_net.htm)

## ВИСНОВКИ

Дослідження основних феноменів інформаційної економіки дозволило віднести до таких: структурні зрушення від первинних і вторинних до третинних секторів економіки, інформатизацію, глобалізацію і сетевізацію економіки, зростання наукового знання і його значущості для забезпечення добробуту суспільства. Критичний аналіз основних концепцій, що описують перераховані феномени, показав, що в рамках концепції економіки знань фокус досліджень зосереджений на людині, а термін «економіка знань» використовується, у першу чергу, для оцінки впливу людського капіталу на економічне зростання. Концепція інформаційного суспільства зміщує фокус досліджень з людини на суспільство та його реакції на технологічний прогрес, а термін «інформаційне суспільство» включає вивчення соціальних наслідків використання інформаційно-комунікаційних технологій. Концепція інформаційної економіки акцентує увагу на технологічній складовій економічного зростання, а термін «інформаційна економіка» використовується для оцінки впливу інформаційних технологій на економіку.

На основі огляду міжнародного досвіду інституціалізації інформаційної економіки описані особливості законодавства, макроекономічної та технологічної політики, прийняті в межах трьох основних моделей інформатизації: японської, американської та європейської. Незважаючи на їх істотні відмінності за ключовими позиціями, сьогодні спостерігається універсалізація перерахованих моделей, уніфікація правової бази, лібералізація ринку комунікаційних технологій, стандартизація технологічних рішень.

Сильна кореляція і висока узгодженість індексів розвитку інформаційної економіки зумовили необхідність дослідження їх структури в розрізі часткових показників, що дозволило виділити найбільш частотну групу – «ядро» зведеного е-індексу. Найінформативнішим щодо перетину з ядром виявився індекс IDI, що дозволило використати його для моніторингу статистичних профілів інформаційної економіки.

Запропонована в монографії методика ідентифікації стадій розвитку інформаційної економіки включає: 1) формалізацію процесу її формування у вигляді графової моделі; 2) виявлення стадій розвитку інформаційної економіки з використанням засобів штучного інтелекту; 3) обґрунтування комплексу специфічних для кожної стадії пріоритетів. Згідно з розробленою методикою, Україна знаходиться на четвертій з шести стадій розвитку.

До факторів, що негативно впливають на формування інформаційної економіки в нашій країні, можна віднести: 1) високий рівень залежності вітчизняного ринку від закордонної продукції у сфері інформаційних технологій; 2) неефективність венчурного бізнесу; 3) низький престиж технічної освіти (проблема посилюється «витоком мізків» і аутсорсингом); 4) значні транзакційні витрати (обумовлені, серед іншого, високим рівнем бюрократизації та слаборозвиненою системою логістики).

Відповідно до графової моделі побудови інформаційної економіки, саме на четвертій стадії актуалізуються заходи щодо формування системи електронного уряду. Хоча до 2010 р. Україна була лідером регіону СНД, в останні роки індекс електронного уряду (E-Government Index, EGI) демонстрував негативну динаміку, яка прискорюється. Це призвело до того, що у 2014 р. країна скотилася в другу половину загального рейтингу зі 193 країн і сьогодні серед 11 країн СНД вона знаходиться на 8 місці. Разом з тим, дані показують, що з трьох субіндексів EGI два (людський капітал і розвиток ІКТ) демонструють достатній потенціал, «вузьким місцем» є організація взаємодії державних структур із громадянами, що відображає незадовільна динаміка субіндексу онлайн-послуг.

На основі узагальнення досвіду еволюційного економічного моделювання для дослідження макроекономічної динаміки як базової була обрана модель зміни макрогенерацій Маєвського. Вона була доповнена блоком оцінки параметрів виробничої функції Кобба–Дугласа (ВФКД) на основі емпіричних даних з метою визначення кількості макрогенерацій у досліджуваному періоді. У результаті дослідження дрейфу коефіцієнта еластичності капіталу було виявлено чотири повних і початок п'ятого циклу еволюції і показано, що в динаміці параметрів ВФКД спостерігається виражена циклічність, технологічний параметр і коефіцієнт еластичності капіталу змінюються в протифазі, причому останній на деяких інтервалах набуває негативних значень. Для пояснення отриманих результатів з точки зору еволюційної концепції було зроблено припущення про те, що на тих інтервалах, де ВФКД не в змозі адекватно описати економічну ситуацію, відбувається зміна макротехнологій, коли кардинально змінюється співвідношення між витратами капіталу і трудових ресурсів (етап поступового розвитку змінюється етапом радикальних якісних змін). Експериментальні результати з високим рівнем достовірності підтвердили припущення моделі про виникнення і динаміку макрогенерацій: макрогенерації з'являються в межах максимуму своїх попередників і проходять ембріональну фазу, фази росту, насичення і спаду; на відрізках, де еластичність капіталу набуває негативних значень, відбувається зміна макрогенерацій, у фазі росту макрогенерація насичується капіталом; потуж-

ність макрoгенерації з часом зростає, а інтервали між їх появою і тривалість скорочуються.

Апробація моделі на статистичних даних різних країн показала, що в США і країнах західної Європи моменти зародження макрoгенерацій дуже близькі, у той час як у країнах постсоціалістичного простору спостерігається деяке запізнювання останніх макрoгенерацій (при істотному потенціалі перших). Крім того, потужність макрoгенерацій США і країн Західної Європи з часом зростає, у той час як зміна суспільного устрою негативно відбилася на макрoгенераціях, що зародилися в цей період у постсоціалістичних країнах. При цьому якщо частина з них змогла успішно подолати кризу, в Україні спостерігається подальше зниження техніко-економічного потенціалу і відставання в переході до інформаційної економіки.

З метою узгодження макроекономічних характеристик системи з результатами взаємодії економічних агентів на мікрорівні запропонована концепція еволюційного розвитку на основі взаємодії економічних агентів, сформульований набір гіпотез щодо мінливості та адаптаціонізму економічних агентів; прогресу, слабкого градуалізму, уніформізму еволюційного процесу; структури взаємодії економічних агентів.

Для верифікації перерахованих гіпотез розроблена мультиагентна модель еволюції популяції економічних агентів, допущення якої можна згрупувати в три основні блоки: 1) характеристики і життєвий цикл економічних агентів; 2) технологічні мутації; 3) дифузія інновацій. У результаті експериментування з моделлю (на основі набору з чотирьох тисяч траєкторій, отриманих у процесі варіації екзогенних параметрів) виявлені такі еволюційні режими: 1) стагнація; 2) нормальний сталий розвиток; 3) швидкий нестійкий розвиток. Аналізуючи умови їх виникнення, можна зробити висновок, що: 1) мала популяція економічних агентів приречена на стагнацію в умовах поєднання сильного негативного і слабкого позитивного відбору (коли слабкі агенти і легко гинуть, і легко розмножуються); 2) у популяції середнього розміру буде спостерігатися нормальний стійкий розвиток в умовах помірного негативного в поєднанні з сильним позитивним відбором (коли малі економічні агенти мають шанс вижити, але розмножуються переважно кращі); 3) швидкий нестійкий розвиток характерний для великих популяцій з низьким тиском негативного відбору (шанс на виживання отримують навіть малоефективні економічні агенти) в умовах, коли технології передаються або безкоштовно, або гранично дорого.

Експериментування з мультиагентною моделлю показало, що в цілому динаміка системи може бути описана як процес зміни макрoгенерацій. Аналіз впливу екзогенних параметрів свідчить, що для слабоваріативних

систем траєкторії макрoгенерацій повністю відповідають припущенням щодо їх життєвого циклу, проте в міру втрати стійкості життєвий цикл макрoгенерацій порушується, їх фази стають все менш вираженими, мають кілька піків.

Для дослідження мережевих ефектів інформаційної економіки запропоновано два підходи: аналітичний та імітаційний, які дали узгоджені результати. Введення змінних коефіцієнтів конкуренції в модель динаміки користувачів соціальних мереж розширило можливості опису реальних даних: а) виявлені стійкі стани рівноваги, у яких можуть успішно співіснувати кілька веб-проектів; б) під впливом стратегій конкурентів у економічних агентів виникає можливість перемикатися між режимами конкуренції та кооперації.

Експериментування з мультиагентною моделлю взаємодії користувачів соціальних мереж дозволило зробити практичні висновки, які можуть бути використані при розробці стратегій для стартапів: 1) в умовах сильної конкуренції спостерігається природна монополізація ринку; 2) конкуренція між лідерами ринку дає шанс на розвиток дрібним проектам, орієнтованим на спеціалізовану цільову аудиторію; 3) на кооперативному ринку успіх проекту залежить, у першу чергу, від якості наданого контенту; 4) учасники міноритарних проектів з часом віддають перевагу лідеру в даному сегменті ринку.

Під час дослідження вдалося продемонструвати вплив інноваційних стратегій окремих економічних агентів на характер і темпи макрoекономічної динаміки. Щодо осмислення феноменів, властивих інформаційній економіці, цікаві результати експериментування з розміром популяції економічних агентів і ціною передачі технології мультиагентної моделі. Не менш важливою є верифікація гіпотез авторської концепції еволюції популяції економічних агентів, сформульованих на основі постулатів постсинтетичної теорії еволюції, що свідчить на користь можливості її використання в економічних дослідженнях.

Подальший розвиток запропонованого підходу бачимо в напрямку розширення формального опису економічного генома, виділення груп агентів з однорідними всередині групи і відмінними від інших груп характеристиками і правилами взаємодії, параметризації моделі на статистичних даних різних країн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Adamic L. A. Network Dynamics: The Worldwide Web. A dissertation submitted to the department of applied physics and the committee on graduate studies of Stanford University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy / L. A. Adamic. – 2001.
2. Adamic L. A. The nature of markets on the World Wide Web / L. A. Adamic, B. A. Huberman // Q. J. Electron. Commerce 1. – 2000. – P. 5–12.
3. Adamic L.A., Huberman B.A. Power-law distribution of the World Wide Web, Science 287. – 2000
4. Agent Building and Learning Environment [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.alphaworks.ibm.com/tech/able>
5. AgentBuilder [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.agentbuilder.com>
6. Aghion P., Howitt P. A model of growth through creative destruction, NBER, Massachusetts. – 1990.
7. Alchian A. A. Uncertainty, Evolution and Economic Theory / A. A. Alchian // Journal of Political Economy. – 1950. – V. 58, № 3. – P. 211–212.
8. Anderson C. The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More. Hachette Books; Revised edition / C. Anderson. – 2008. – 267 p.
9. Ascape [Electronic Resource]. – Way of access : <http://ascape.sourceforge.net/index.html#Introduction>
10. Asur S., Huberman B. Predicting the Future With Social Media / S. Asur, B. Huberman [Electronic Resource]. – Way of access : <http://arxiv.org/pdf/1003.5699.pdf>
11. Axelrod R. The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration / R. Axelrod. – Princeton : Princeton University Press, 1997.
12. Axelrod R. The Evolution of Cooperation / R. Axelrod. – Basic Books, 1984.
13. Bandura R. A Survey of Composite Indices Measuring Country Performance: 2008 Update. UNDP, New York [Electronic Resource] / R. A. Bandura. – Way of access : [http://www.undp.org / developmentstudies / docs / indices\\_2008\\_bandura.pdf](http://www.undp.org / developmentstudies / docs / indices_2008_bandura.pdf)
14. Bangemann M. Europe and the Global Information Society [Electronic Resource] / M. Bangemann. – Way of access : <http://www.medicif.org/Diglibrary/ECdocs/reports/Bangemann.htm>
15. Baumol W. J. Business Behavior / W. J. Baumol. – N.Y., 1959.

16. Bell D. *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting* / D. Bell. – New York : Basic Books, 1973.
17. Bernal J. D. *Provisional Scheme for Central Distribution of Scientific Publications*, The Royal Society Information Conference. – 1973. – P. 253–258.
18. Berry B. J. L. *Long-wave Rhythms in Economic Development and Political Behaviour* / B. J. L. Berry. – Baltimore & London, 1991.
19. Bowler P. J *Grand masters, great debaters* / Bowler P. J // *Nature*. – Vol. 353, Issue 6346. – 1991. – P. 713.
20. Brahms [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.agentisolutions.com/index.htm>
21. Briscoe B. *Metcalfe's Law is Wrong* [Electronic Resource] / B. Briscoe, A. Odlyzko, B. Tilly. – 2005. – Way of access : <http://ieee.org/computing/networks/metcalfes-law-is-wrong/1>
22. Bruckner E. *Nonlinear stochastic effects of substitution – an evolutionary approach* / E. Bruckner, W. Ebeling, J. Montano, A. Scharnhorst // *Journal of Evolutionary Economics*. – 1996. – Vol. 6. – P. 1–30.
23. Capgemini [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.capgemini.com/insights-and-resources/by-publication/2009-egovernment-benchmark/?f\\_site=www](http://www.capgemini.com/insights-and-resources/by-publication/2009-egovernment-benchmark/?f_site=www)
24. Clark C. *Urban Population Densities* / C. Clark, A. Fisher // *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*. – 1951. – Vol. 114, № 4.
25. Coase R. *The Nature of Firm* / R. Coase // *Econometrica*. – 1937. – Vol. 4; Penrose E. T. *The Theory of Growth of the Firm* / E. T. Penrose. – N.Y., 1959; Cyert R. *A Behavioral Theory of the Firm* / R. Cyert, J. March. – Englewood (N.J.), 1963; Simon H. *Models of Man* / H. Simon. – N.Y., 1957; *Theories of Decision-Making in Economics* // *Amer. Econ. Rew.* – 1959. – Vol. 49. – P. 253–283; *Administrative Behavior*. – 2 nd.ed. – N.Y., 1965.
26. Cognitiveagent [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.cognitiveagent.com/>
27. *COMmon-pool Resources and Multi-Agent Simulations* [Electronic Resource]. – Way of access : <http://cormas.cirad.fr/indexeng.htm>
28. Construct [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.casos.cs.cmu.edu/projects/construct/index.php>
29. Cowan R. *Nuclear Power Reactors: A Study of Technological Lock-In* / R. Cowan // *Journal of Economic History*. – 1990. – Vol 50. – P. 541–566.
30. Crawford R. *In the Era of Human Capital: the Emergence of Talent, intelligence, and Knowledge as the Worldwide Economic Force and What it means to Managers and Investors* / R. Crawford. – N.Y. : Harper Business, 1999.
31. Crawford V. An “evolutionary” interpretation of Van Huyck, Battalio, and Beil's experimental results on coordination Games and Economic Behavior, Elsevier. – 1991. – Vol. 3(1). – P. 25–59.

32. David P. A. Understanding the Economics of QWERTY: The Necessity of History [Electronic Resource] / P. A. David // *Economic History and the Modern Economist* / ed. by William N. Parker. – N.Y., Basil Blackwell, 1986. – P. 30–49. – Way of access : <http://www.stanford.edu/group/mmdd/SiliconValley/David/QWERTY.html>
33. Davidson P. Reality and Economic Theory / P. Davidson // *Journal of Post Keynesian Economics*. – 1996. – Vol. 18, № 4. – P. 479–508.
34. Desai M., Fukuda-Parr S., Johansson C. Measuring the Technology Achievement of Nations and the Capacity to Participate in the Network Age / M. Desai, S. Fukuda-Parr, C. Johansson // *Journal of Human Development*. – 2002. – Vol. 3, № 1. – 28 p.
35. DeX [Electronic Resource]. – Way of access : <http://dextk.org/dex/index.html>
36. Digital Opportunity Index [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.itu.int/ITU-D/ict/doi/>
37. Distributed Operator Model Architecture [Electronic Resource]. – Way of access : <http://omar.bbn.com/>
38. Dobzhansky T. Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution / T. Dobzhansky // *The American Biology Teacher*. – 1973. – № 35. – 125–129.
39. Doolittle, W. F., Sapienza C. Selfish Genes, the Phenotype Paradigm and Genome Evolution. *Nature* 284. – 1980. – P. 601–603
40. Dosi G. On “badly behaved” dynamics (Some applications of generalized urn schemes to technological and economic change) / G. Dosi, Y. Kaniovski // *Journal of Evolutionary Economics*. – 1994. – № 4 (2). – P. 93–123.
41. Driessche P., Zeeman M.L. Three-dimensional competitive Lotka-Volterra systems with no periodic orbits, *SIAM Journal of Applied Mathematics* 58 (1). – 1998. – P. 227–234.
42. Drucker P. *The Age of Discontinuity: Guidelines to Our Changing Society* / P. Drucker. – New York : Harper and Row, 1968.
43. ECHO [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.santafe.edu/~pth/echo/>
44. E-Japan Strategy [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.kantei.go.jp/foreign/it/network/0122full\\_e.html](http://www.kantei.go.jp/foreign/it/network/0122full_e.html)
45. Enders A. Europe’s creative hubs. Bertelsmann and Enders Analysis [Electronic Resource] / A. Enders. – London, 2014. – Way of access : <http://www.bertelsmann.com/media/news-und-media/downloads/europe-s-creative-hubs-london-2014.pdf>
46. Epstein J., Axtell R. *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*, Cambridge, MIT Press. – 1996.

47. Escobido M. G. A Dynamic model of competition / M. G. Escobido. – 1998.
48. Fisher R. A. The Genetical Theory of Natural Selection. Clarendon / R. A. Fisher. – 1930.
49. Fixed Assets and Durable goods [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.bea.gov/Index.htm>
50. Forrester J. W. World dynamics / J. W. Forrester. – Cambridge :Wright-Allen Press, 1972.
51. Foster D., Young P. Stochastic Evolutionary Game Dynamics / D. Foster, P. Young // Theoretical Population Biology. – 1990.
52. Framework for Agent-based MOdelling with JAVa [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.usf.uos.de/projects/famoja/>
53. Frank R. H. The Winner-take-all Society / R. H. Frank, P. J. Cook // Free Press. – New York, 1995.
54. Frascati Manual. The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development, OECD Publishing, DAS/PD/62.47. – 1962.
55. Friedman M. Monetary Trends in the United States and the United Kingdom. Their Relations to Income, Prices and Interest Rates, 1869–1975 / M. Friedman, A. J. Schwartz. – Chicago-London, 1982.
56. Gapminder [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.gapminder.org/>
57. GDP Composition By Sector and Labour Force By Occupation [Electronic Resource]. – Way of access : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Индустриализация#/media/File:Gdp-and-labour-force-by-sector.png>
58. Global E-government Survey [Electronic Resource]. – Way of access : <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan016066.pdf>
59. Godin B. The Value of Science: Changing Conceptions of Scientific Productivity, SPRU, Brighton, Great Britain. – 2006.
60. Google Trends [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.google.com/trends>
61. GPU Agents [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.me.mtu.edu/~rmdsouza/ABM\\_GPU.html](http://www.me.mtu.edu/~rmdsouza/ABM_GPU.html)
62. Gross Domestic Product in Current and Chained (2005) Dollars. Source: U.S. Bureau of Economic Analysis, Survey of Current Business, April 2010 [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.bea.gov/National/Index.htm>
63. Gross Domestic Product in Current and Chained Dollars [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.census.gov/compendia/statab/2011/tables/11s0666.xls>
64. GROWlab [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.icr.ethz.ch/research/growlab/>

65. Hanski J. Population oscillations of boreal rodents: regulation by mustelids predators leads to chaos / J. Hanski, P. Turchin, E. Kerpinaki, H. Henttonen // *Nature*. – 1993. – V. 364, № 6434. – P. 232–235.
66. Hayek F. Economics and Knowledge / F. Hayek // *Economica*. – 1937. – № 4. – P. 33–54; Stigler G. J. The Economics of Information / G. J. Stigler // *Journal of Political Economy*, LXIX (3). – 1961. – P. 213–225; Stiglitz J. E. Information and Economic Analysis / in M. Parkin and A. R. Nobay (eds.) // *Current Economic Problems*. – Cambridge : Cambridge University Press, 1974. – P. 27–52; Arrow K. J. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention, in NBER, *The Rate and Direction of Inventive Activity* / K. J. Arrow. – Princeton : Princeton University Press, 1962. – P. 609–625; Boulding K. E. The Economics of Knowledge and the Knowledge of Economics / K. E. Boulding // *American Economic Review*. – 1966. – № 56 (1–2). – P. 1–13; Marschak J. *Economic Information, Decision and Prediction* / J. Marschak. – Dordrecht : Reidel, 1974.
67. Hernandez M-J. Dynamics of transitions between population interactions: a nonlinear interaction  $\alpha$ -function defined / M-J. Hernandez. – 1998.
68. Himoff Jonathan. Magenta technology multi-agent logistics i-Scheduler for road transportation / Himoff Jonathan, Rzevski George and Skobelev Petr // *Proceedings of the fifth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*, New York. – N.Y., 2006. – P. 1514–1521.
69. Hirseh M.W. Systems of differential equations which are competitive or cooperative: III. Competing species, *Nonlinearity* 1. – 1988. – P. 51–71.
70. Hofbauer J., Sigmund K. *The Theory of Evolution and Dynamical Systems* / J. Hofbauer, K. Sigmund. – Cambridge University Press, 1988.
71. Hosono Asahi (Umesao Tadao). *Joho sangyo ron. Information Industry Theory: Dawn of the Coming Era of the Ectodermal Industry* / Hosono Asahi (Umesao Tadao). – Tokyo, 1963.
72. ICT for Governance and Policy Modelling [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.echallenges.org/e2008/>
73. Information Society Statistical Profiles 2009 [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-RPM.CIS-2009-PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-RPM.CIS-2009-PDF-E.pdf)
74. Internet Usage and Population [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.internetworldstats.com/am/us.htm>
75. Internet World Stats [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
76. ITU Telecom World [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/default.aspx>
77. *Japan's New IT Reform Strategy and U-Japan*. – Tokyo, 2007.

78. JAS [Electronic Resource]. – Way of access : <http://jaslibrary.sourceforge.net/>
79. Jason [Electronic Resource]. – Way of access : <http://jason.sourceforge.net/>
80. Java Auction Simulator API [Electronic Resource]. – Way of access : <http://sourceforge.net/projects/jasa/>
81. Java Enterprise Simulator [Electronic Resource]. – Way of access : <http://web.econ.unito.it/terna/jes/>
82. JCA-Sim [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.jweimar.de/jcasim/jcasim.html>
83. jEcho [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.brianmcindoe.com/>
84. Jess [Electronic Resource]. – Way of access : <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>
85. Jorgensen S. E. Lake management / S. E. Jorgensen. – Oxford, 1980.
86. Kaldor N. Economics without Equilibrium / Cardiff: University College Cardiff Press. – 1985
87. Kitchin J. Cycles and Trends in Economic Factors / J. Kitchin // Review of Economic Statistics. – 1923. – January.
88. KOF Index of Globalization [Electronic Resource]. – Way of access : <http://globalization.kof.ethz.ch/>
89. Kohonen T. Self-Organizing Maps (Third Extended Edition) / T. Kohonen. – New York, 2001. – 501p.
90. Kononova K. Formation of Information Society: statistical profiles and development stages. – Book of abstracts / K. Kononova // 3rd International Conference “The Economies of Balkan and Eastern Europe Countries in the changed world – EBEEC”. – 2011. – P. 42.
91. Kwasnicki W. Knowledge, Innovation and Economy: An Evolutionary Exploration. Aldershot: Edward Elgar. – 1996.
92. Kwasnicki W. Market, innovation, competition: An evolutionary model of industrial dynamics / W. Kwasnicki, H. Kwasnicka // Journal of Economic Behavior & Organization, Elsevier. – 1992. – Vol. 19 (3). – P. 343–368.
93. Labor Force Statistics from the Current Population Survey, Bureau of labor statistics [Electronic Resource]. – Way of access : <http://data.bls.gov/cgi-bin/surveymost>
94. Laboratory for Simulation Development [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.business.aau.dk/lsd/lsd.html>
95. Lopez L., Sanjuan M. Defining strategies to win in the Internet market, Physica A 301. – 2001. – P. 512–534.
96. Lucas R. E. Understanding Business cycles / R. E. Lucas // Stabilisation of the domestic and international economy / ed by. A. H. Meltser. – Amsterdam, 1977.

97. Machlup F. The Production and Distribution of Knowledge in the United States / F. Machlup. – Princeton : Princeton University Press, 1962. – P. 15; Махлуп Ф. Производство и распространение знаний в США / Ф. Махлуп. – М. : Прогресс, 1966. – 462 с.
98. MAGSY [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www-ags.dfki.uni-sb.de/~kuf/magsy.html>
99. Manual for Measuring ICT Access and Use by Households and Individuals. – 2014 [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/manual2014.aspx>
100. Market Research & Statistics [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.emarketer.com/Article.aspx?id=1006278>
101. Marsella S. PsychSim: Agent-based modeling of social interactions and influence / S. Marsella, D. V. Pynadath, S. J. Read // Proceedings of the International Conference on Cognitive Modeling. – Pittsburg, 2004.
102. MASON [Electronic Resource]. – Way of access : <http://cs.gmu.edu/~eclab/projects/mason/>
103. MasSoc [Electronic Resource]. – Way of access : <http://inf.ufrgs.br/massoc>
104. MATLAB [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/matlab\\_product\\_page.html](http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/matlab_product_page.html)
105. Maurer S. M. Competitive Dynamics of Web Sites [Electronic Resource] / S. M. Maurer, B. A. Huberman. – Way of access : <http://arxiv.org/abs/nlin/0003041v1>
106. Mayr E. Animal Species and Evolution / E. Mayr. – Cambridge : Harvard University Press, 1963.
107. Measuring the Information Society Report. – 2014 [Electronic Resource]. – Way of access : [https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2014/MIS2014\\_without\\_Annex\\_4.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2014/MIS2014_without_Annex_4.pdf)
108. Measuring the Information Society. – 2010 [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/2010/Material/MIS\\_2010\\_Summary\\_E.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/2010/Material/MIS_2010_Summary_E.pdf)
109. Measuring the Information Society. – 2011 [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/2010/Material/MIS\\_2011\\_without\\_annex\\_5.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/2010/Material/MIS_2011_without_annex_5.pdf)
110. Measuring the Information Society. – 2013 [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2013/MIS2013\\_without\\_Annex\\_4.pdf](http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2013/MIS2013_without_Annex_4.pdf)
111. Metcalfe J. S. Evolution and Economic Change / Metcalfe J. S. // Technology and Economic Progress / (ed.) A. Silberston. – Macmillan, London, 1988.

112. Metcalfe J. S. The Economics of Evolution and the Economics of Technology Policy / J. S. Metcalfe // *Economic Journal*. – 1994. – Vol. 104. – P. 931–944.
113. Michalik C. Incremental single shooting-A robust method for the estimation of parameters in dynamical systems / C. Michalik, R. Hanneman, W. Marquardt // *Process Systems Engineering*. – Aachen, Germany, 2007.
114. Micro-und Multilevel Modelling Software [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.uni-koblenz.de/~moeh/projekte/mimose.html>
115. Moduleco [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.cs.manchester.ac.uk/ai/public/moduleco/>
116. Multi Agent Development Kit [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.madkit.org/>
117. Multi-Agent Modeling Language [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.maml.hu/>
118. Multimodeling Object-Oriented Simulation Environment [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.cise.ufl.edu/~fishwick/moose.html>
119. Murray J. D. *Mathematical Biology: An Introduction*. Springer-Verlag. – 2003.
120. National Science Foundation, Division of Science Resources Statistics, National Patterns of R&D Resources (annual series) [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.nsf.gov/statistics/>
121. National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics, and The Patent Board™, special tabulations from Thomson Reuters, SCI and SSCI. – 2011 [Electronic Resource]. – Way of access : [http://thomsonreuters.com/products\\_services/science/](http://thomsonreuters.com/products_services/science/).
122. National Science Foundation. *Federal Funds for Science*. – Washington : Government Printing Office, 1953.
123. Nelson R. R. *An Evolutionary Theory of Economic Change* / R. R. Nelson, S. G. Winter. – Cambridge, 1982.
124. NetLogo [Electronic Resource]. – Way of access : <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>
125. *New IT Reform Strategy 2006. Realizing Ubiquitous and Universal Network Society where everyone can Enjoy the Benefits of IT*. IT Strategy Headquarters [Electronic Resource]. – Tokyo, 2006. – Way of access : <http://www.kantei.go.jp/foreign/policy/it/ITStrategy2006.pdf>.
126. Object Based Environment for Urban Simulation [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.enib.fr/~harrouet/oris.html>
127. OECD A Framework Document on Information Society Measurements and Analysis, DSTI/ICCP/IIS. – 2003.
128. OECD A Framework for an Interim ICC Manual, DSTI/IP/89.10. – 1989.

129. OECD An Inventory of ICC-Related Data Available at OECD, DSTI/ICCP/85.50. – 1985.
130. OECD Collection of Statistical Data on STI, DAS/SPR/73.94. – 1973; OECD Economics of Information: Summary Record of an ad hoc meeting held in Paris, DAS/STINFO/73.18. – 1973.
131. OECD Detailed Discussion Paper on a Proposed Interim ICC2 Manual, DSTI/IP/89.11. – 1989.
132. OECD Draft Questionnaire on ICC-Based Goods and Services, DSTI/ICCP/86.4. – 1986.
133. OECD Draft Scope and Structure for ICC Statistics, DSTI/ICCP/85.57. – 1985. – P. 3.
134. OECD Draft Summary Record of the Fourth Session, DSTI/ICCP/M (90) 2. – 1990. – P. 11.
135. OECD Economic Implications of Information Technologies: Draft Summary Record of the First Session, DSTI/ICCP/EIIT/88.4. – 1988.
136. OECD Economics of Information Progress Report and Plan for Future Action, DAS/STINFO/69.25. – 1969.
137. OECD Group of National Experts on Statistics for ICC: Summary Record, ICCP (88) 19. – 1988. – P. 1.
138. OECD Macro-Economic Analysis of Information Activities and the Role of Electronic, Telecommunications and Related Technologies, DSTI/ICCP/77.5. – 1977.
139. OECD Mandate of the Group of Experts on Economic Analysis of Information Activities and the Role of Electronic, Telecommunications and Related Technologies, DSTI/ICCP/77.37. – 1977.
140. OECD Notes on the Meeting of Countries Collecting Statistics on Resources Devoted to STI, AS/STINFO/72.22. – 1972.
141. OECD Plan of Action, DAS/CSI/66.209. – 1966.
142. OECD Proposal for the development of a statistical system in the field of information, computer and communications, DSTI/ICCP/82.25, p. 1. – 1982.
143. OECD Proposed Standard Practice for Surveys of Scientific and Technical Information Activities, DAS/STINFO/69.9. – 1969
144. OECD Questionnaire on ICC-Based Goods and Services: An Evaluation of the Results, DSTI/IP/88.7. – 1988.
145. OECD Scientific and Technical Information Policy Group: Summary Record of the 7th Meeting Held in Paris on 26th and 37th June, 1967, RC (67) 15. – 1967. – P. 15.
146. OECD Scientific and Technical Information Policy Group: Summary Record of the 9th Meeting Held in Paris on 17th and 18th July, 1968, RC(68)15. – 1968. – P. 16.

147. OECD Survey on Scientific and Technical Information Activities, op. cit. – 1968. – p.5
148. OECD Update of Information Sector Statistics, ICCP (84) 19. – 1984. Published as OECD Trends in the Information Economy, Paris. Four new countries participated: Australia, Denmark, Norway and New Zealand. – 1986.
149. OECD, Main Science and Technology Indicators database [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.oecd.org/sti/msti.htm>
150. Ogun A., Maza M., Yuret D. The Economics of Internet Companies, Working paper. Department of Economics, Boston College. – 1999.
151. Omonia [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.xlog.ch/omonia/>
152. O'Reilly T. What is Web 2.0 [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>
153. Orgel L. E., Crick F. H. Selfish DNA: The Ultimate Parasite / L. E. Orgel, F. H. Crick // Nature 284. – 1980. – P. 604–607.
154. Panzarasa Pietro. A logical approach to formalizing negotiation in multi-agent systems / Panzarasa Pietro, Carley Kathleen M., Jennings, Nicholas R. // Center for Computational Analysis of Social and Organizational Systems (CASOS). – Pittsburgh: Carnegie Mellon University, 2003.
155. Political Science-Identity [Electronic Resource]. – Way of access : <http://ps-i.sourceforge.net/>
156. Polterovich V., Henkin G. Schumpeterian Dynamics as a Nonlinear Wave Theory / V. Polterovich, G. Henkin // Journal of Mathematical Economics. – 1991.
157. Porat M. U. Building a Primary and Secondary Information Sector: A National Income Accounts Manual, DSTI/ICCP/77.26 / M. U. Porat. – 1977; Porat M. U. Policy Uses of a Macroeconomic Model of the Information Sector and of Microeconomic Production Functions, DSTI/ICCP/78.18 / M. U. Porat. – 1978.
158. Porat M. U. The Information Economy US Department of Commerce, Washington. – 1977.
159. Price D. D. S. Little Science, Big Science / D. D. S. Price. – New York : Columbia University Press, 1963.
160. Price D. D. S. Quantitative Measures of the Development of Science, Archives internationales d'histoire des sciences, 5. – 1951. – P. 85–93; Price D. D. S. The Exponential Curve of Science, Discovery. – 1956. – P. 240–243.
161. Price D. D. S. Science since Babylon / D. D. S. Price. – New Haven : Yale University Press, 1961.
162. Quantcast's free comprehensive measurement [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.quantcast.com>

163. Quastler H. Essays on the Use of Information Theory in Biology / H. Quastler. – Urbana : University of Illinois Press, 1953; Watson J. D. Genetical Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid / Watson J. D. and Crick F. // Nature. – 1953. – № 171. – P. 964–967.
164. Reed D. P. That Sneaky Exponential: Beyond Metcalfe's Law to the Power of Community Building [Electronic Resource] / D. P. Reed. – 1999. – Way of access : <http://www.reed.com/gfn/docs/reedslaw.html>
165. Renshaw E. Modelling biological population in space and time / E. Renshaw. – Cambridge : Cambridge Univ. Press, 1991.
166. Saviotti P. Competition, Variety and Technological Evolution: A Replicator Dynamics Model / P. Saviotti, G. Mani // Journal of Evolutionary Economics, Springer. – 1995. – Vol. 5 (4). – P. 369–392.
167. Schaffer W. M., Kot M. Do strange attractors govern ecological systems? / W. M. Schaffer, M. Kot // BioScience. – 1985. – V. 35. – P. 342–350.
168. Schumpeter J. Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical analysis. 2 vols / J. Schumpeter. – N.Y., 1939.
169. Sciadas G. Monitoring the Digital Divide... and Beyond [Electronic Resource] / G. Sciadas. – Montreal : Orbicom, 2006. – Way of access : [http://www.orbicom.uqam.ca/projects/ddi2002/2003\\_dd\\_pdf\\_en.pdf](http://www.orbicom.uqam.ca/projects/ddi2002/2003_dd_pdf_en.pdf)
170. Science and Engineering Indicators – 2010 [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.nsf.gov/statistics/seind10/>
171. Science and Engineering Indicators – 2012 [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.nsf.gov/statistics/seind12/c5/c5s4.htm>
172. SDML: a Strictly Declarative Modelling Language [Electronic Resource]. – Way of access : <http://cfpm.org/sdml/>
173. Shell for Simulated Agent Systems [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.simsesam.de/>
174. Sikder A. A Lotka-Volterra competition model and its global convergence to a definite axial equilibrium / A. Sikder // J. Math. Biology. – 2002. – № 44 (4). – P. 297–308.
175. Silverberg G. Innovation, diversity and diffusion: a self-organisation model / G. Silverberg, G. Dosi, L. Orsenigo // The Economic Journal. – 1988. – P. 1032–1054.
176. Silverberg G., Lehnert D. Evolutionary Chaos: Growth Fluctuations in a Schumpeterian Model of Creative Destruction / Silverberg G., Lehnert D. // Barnett W. A. Nonlinear Dynamics in Economics / Barnett W. A., Kirman A. and Salmon M. (eds). – Cambridge : Cambridge University Press, 1996.
177. Silverberg G., Lehnert D. Growth Fluctuations in an Evolutionary Model of Creative Destruction. The Economics of Growth and Technical Change / G. Silverberg, D. Lehnert ; ed. by G. Silverberg, L. Soete. – Cornwall, 1994.

178. Silverberg G., Verspagen B. Evolutionary theorizing on economic growth *The Evolutionary Foundations of Economics* / G. Silverberg, B. Verspagen ; ed. K. Dopfer. – Cambridge University Press, 2005. – P. 502–533.
179. SimAgent [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.cs.bham.ac.uk/research/projects/poplog/packages/simagent.html>
180. SimBioSys [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.lucifer.com/~david/SimBioSys/>
181. Simeonov S. Metcalfe's Law: more misunderstood than wrong? [Electronic Resource] / S. Simeonov. – 2005. – Way of access : <http://blog.simeonov.com/2006/07/26/metcalfes-law-more-misunderstood-than-wrong/>
182. SimPack [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.cis.ufl.edu/~fishwick/simpack/simpack.html>
183. SimPlusPlus [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.simplusplus.com/>
184. Simpson G. G. Tempo and Mode in Evolution / G. G. Simpson. – New York : Columbia University Press, 1983.
185. Smale S. Differentiable dynamical systems / S. Smale // *Bulletin of the American Mathematical Society*. – 1967. – № 73. – P. 747–817.
186. Solomon S. Generalized Lotka–Volterra (GLV) models, Hermes Science Publications, Paris. – 2000.
187. Spatial Modeling Environment [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.uvm.edu/giee/SME3/>
188. Sugarscape [Electronic Resource]. – Way of access : <http://sugarscape.sourceforge.net/>
189. System Effectiveness Analysis Simulation [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.teamseas.com/>
190. Tesfatsion L. Agent-Based Computational Economics: A Constructive Approach to Economic Theory / L. Tesfatsion // *Handbook of Computational Economics, Vol. 2: Agent-Based Computational Economics*, North-Holland. – Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, 2006.
191. The 1000 most-visited sites on the web [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.google.com/adplanner/static/top1000/>
192. The International Macroeconomic Data Set [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.ers.usda.gov/data-products/international-macroeconomic-data-set.aspx>
193. The key 2005–2014 ICT data for the world, by geographic regions and by level of development, for the following indicators [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>
194. The National Information Infrastructure: Agenda for action [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content\\_storage\\_01/0000019b/80/13/35/2a.pdf](http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/13/35/2a.pdf)

195. The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.oecd.org/sti/measuringtheinformationeconomy.htm>
196. The Priority Policy Program – 2007 [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.kantei.go.jp/foreign/policy/it/Program2007.pdf>
197. The Web Information Company [Electronic Resource]. – Way of access : <http://alexa.com>
198. The World Economic Forum [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.weforum.org/issues/global-information-technology/the-great-transformation/network-readiness-index>
199. Three Future Waves of Innovation in E-Commerce for Fashion & Apparel [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.forbes.com/sites/matthewcarroll/2011/11/01/3-future-waves-of-innovation-in-e-commerce-for-fashion-apparel-quora/>
200. Tryllian Agent Development Kit [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.tryllian.com/>
201. UN E-Government Development Database – 2010 [Electronic Resource]. – Way of access : [http://www2.unpan.org/egovkb/egovment\\_resources/Spotlights\\_2010.html](http://www2.unpan.org/egovkb/egovment_resources/Spotlights_2010.html)
202. UN E-Government Development Database [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www2.unpan.org/egovkb/datacenter/countryview.aspx>
203. UN Global E-Government Readiness Report [Electronic Resource]. – Way of access : [http://unpan3.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2014-Survey/E-Gov\\_Complete\\_Survey-2014.pdf](http://unpan3.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2014-Survey/E-Gov_Complete_Survey-2014.pdf)
204. UNESCO Guide to Statistics on Scientific and Technological Information and Documentation (STID), ST-84/WS/18. – Paris, 1984.
205. UNESCO Meeting of Experts on the Methodology of Data Collection on STID Activities, 1–3 October 1985, Background Paper, ST-85/CONF.603/COL.1. – Paris, 1985. – P. 26–29.
206. Veblen T. Why is Economics Not an Evolutionary Science / T. Veblen // The Quarterly Journal of Economics. – Vol. 12. – 1898.
207. VisualBots [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.visualbots.com/>
208. Vries de P. Simulation of plant growth and crop production. – Wageningen, 1982.
209. VSEit [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.vseit.de/>
210. Wall Street Journal [Electronic Resource]. – Way of access : <http://wsj.com>
211. Wang Y. Necessary and sufficient conditions for the existence of periodic orbits in a Lotka-Volterra system / Y. Wang // Journal of Mathematical Analysis and Applications 284. – 2003. – P. 236–249.

212. Weidlich W., Braun M. The master equation approach to nonlinear economics. *Evolution in market and institutions* / W. Weidlich, M. Braun. – Heidelberg [u.a.] : Physica-Verl, 1993. – P. 85–117.
213. What is Good Governance? UNESCAP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.unescap.org/huset/gg/governance.htm>
214. Wiener N. *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and Machine* / N. Wiener. – Cambridge (Mass.) : MIT Press, 1948; Shannon C. E. *The Mathematical Theory of Communication* / C. E. Shannon // *Bell System Technical Journal*. – 1948. – № 27 (3–4). – P. 379–423.
215. Wijeratne A. W., Yi F., Wei J. Bifurcation analysis in the diffusive Lotka–Volterra system: An application to market economy [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.elsevier.com/locate/chaos>
216. Wit C. T. *Simulation of assimilation, respiration, and transpiration of crops* / C. T. Wit. – Wageningen, 1978.
217. Witt U. *Explaining process and change: approaches to evolutionary economics* / U. Witt. – Ann Arbor : University of Michigan Press, 1992.
218. World internet usage and population statistics [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
219. Xiao M., Cao J. Stability and Hopf bifurcation in a delayed competitive web sites model [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.elsevier.com/locate/pla>
220. Yanhui L. Competitive dynamics of e-commerce web sites [Electronic Resource] / L. Yanhui, Z. Siming // *Applied Mathematical Modelling*. – 2007. – № 31. – P. 912–919. – Way of access : <http://www.elsevier.com/locate/apm>
221. Yanhui L., Siming Z. Qualitative analysis of n-dimensional competitive systems. [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.elsevier.com/locate/na>
222. Yawei R., Deli Y., Xinjun D. Websites Competitive Model with Consumers Divided Into Users and Visitors [Electronic Resource] / R. Yawei, Y. Deli, D. Xinjun // *4th International Conference Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*. – 2008. – P. 1–4. – Way of access : [http://www.researchgate.net/publication/251865194\\_Websites\\_Competitive\\_Model\\_with\\_Consumers\\_Divided\\_Into\\_Users\\_and\\_Visitors](http://www.researchgate.net/publication/251865194_Websites_Competitive_Model_with_Consumers_Divided_Into_Users_and_Visitors)
223. Young P. Cost Allocation, Demand Revelation, and Core Implementation, *Mathematical Social Sciences*. – 36. – 1998. – P. 213–228.
224. Zeeman E. C. From local to global behavior in competitive Lotka–Volterra systems / E. C. Zeeman, M. L. Zeeman // *Transactions of the American Mathematical Society*. – 2002. – № 355 (2). – P. 713–734.
225. ZEUS [Electronic Resource]. – Way of access : <http://labs.bt.com/projects/agents/zeus/>
226. Zhang X. The global dynamic behavior of the competitive systems of three species / X. Zhang, L. Chen // *Journal of Mathematical Analysis and Applications* 245. – 2000. – P. 124–141.

227. Автономов В. С. Модель человека в экономической науке / В. С. Автономов. – СПб. : Экономическая школа, 1998. – С. 83.

228. Алиев А. Г. Разработка систем мониторинга по анализу и оценки уровень развития информационной экономики [Электронный ресурс] / А. Г. Алиев, А. С. Алиева. – Режим доступа : <http://econpapers.repec.org/paper/ekd006666/7568.htm>

229. Аналитическая платформа Deductor [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://basegroup.ru/>

230. Ананьевский М. Исследование схем монетизации социальной сети FaceBook.com [Электронный ресурс] / М. Ананьевский. – Режим доступа : <http://sloger.net/story/seo-blog-v2-0-setevoy-marketing-karmaniaki.html>

231. Басов А. Социальные сети изменили интернет, и они будут во многом определять следующий этап его эволюции [Электронный ресурс] / А. Басов // Коммерсантъ. – 2007. – № 216 (3792). – Режим доступа : <http://www.kommersant.ru/doc.aspx?DocsID=828360>

232. Батищев В. А. Численное решение задач прикладной математики / В. А. Батищев. – Ростов-на-Дону, 2010. – 198 с.

233. Батракова Л. Г. Показатели развития экономики знаний [Электронный ресурс] / Л. Г. Батракова // Ярославский педагогический вестник. – 2012. – Т. I, № 2 (Гуманитарные науки). – Режим доступа : [http://vestnik.yspu.org/releases/2012\\_2g/24.pdf](http://vestnik.yspu.org/releases/2012_2g/24.pdf)

234. Белл Д. Социальные рамки информационного общества. Новая технократическая волна на Западе / Д. Белл. – М. : Прогресс, 1986. – 450 с.

235. Биргер П. Взлет и падение некогда главной соцсети планеты [Электронный ресурс] / П. Биргер. – Режим доступа : [http://slon.ru/future/vzlet\\_i\\_padenie\\_nekogda\\_glavnoy\\_socseti\\_planety-598401.xhtml?ff=598499#ff](http://slon.ru/future/vzlet_i_padenie_nekogda_glavnoy_socseti_planety-598401.xhtml?ff=598499#ff)

236. Блауг М. Мальтус // 100 великих экономистов до Кейнса. – СПб. : Экономикс, 2008.

237. Бондаренко Н. Ф. Моделирование продуктивности агроэкосистем / Н. Ф. Бондаренко. – Л., 1982.

238. Бруннер К. Представление о человеке и концепция социума: два подхода к пониманию общества / К. Бруннер. – М. : Издательство ГУ-ВШЭ, 1993.

239. Веблен Т. Теория праздного класса / Т. Веблен. – М., 1984.

240. Вершинская О. Н. Существующие модели построения информационного общества / О. Н. Вершинская // Информационное общество. – 1999. – № 3.

241. Всемирный саммит по информационному обществу. Публикация №070822/a/1, МОО ВПП ЮНЕСКО «Информация для всех». – М., 2007. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.ifap.ru/library/book193.pdf](http://www.ifap.ru/library/book193.pdf)

242. Геец В. М. Нестабильность и экономический рост / В. М. Геец. – М. : Институт экономического прогнозирования, 2000. – 344 с.
243. Глазьев С. Ю. Обучение рынку / С. Ю. Глазьев. – М. : Экономика, 2004.
244. Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / С. Ю. Глазьев. – М. : ВладДар, 1993.
245. Горстко А. Б. Методы управления эколого-экономическими / А. Б. Горстко, Ю. А. Домбровский, Ф. А. Сурков. – М., 1985.
246. Гриценко А. А. Архитектоника безопасности экономической и финансовой систем Украины / А. А. Гриценко // Актуальні питання фінансової безпеки держави : збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні питання безпеки фінансової системи держави». – Харків, 2014.
247. Гриценко А. А. Институциональная архитектура и динамика экономических преобразований / под ред. А. А. Гриценко. – Х. : Форт, 2008. – 928 с.
248. Губанов Д. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Д. Губанов, Д. Новиков, А. Чхартишвили ; под ред. чл.-кор. РАН Д. А. Новикова. – М. : Издательство физико-математической литературы, 2010. – 228 с.
249. Даль В. И. Толковый словарь живого великорусского языка. Т. 1–4 / В. И. Даль. – М. : Русс. яз., 1991.
250. Данич В. Н. Моделирование быстрых социально-экономических процессов : монография / В. Н. Данич. – Луганск : Изд-во Восточно-украинского национального университета им. В. Даля, 2004. – 304 с.
251. Дарвин Ч. Происхождение видов путём естественного отбора или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь / Ч. Дарвин ; перевод с шестого издания (Лондон, 1872). – СПб. : Наука, 1991.
252. Дергачев В. А. Индекс электронной готовности страны [Электронный ресурс] / В. А. Дергачев. – Режим доступа : <http://dergachev.ru/Russian-encyclopaedia/09/28.html>
253. Докинз Р. Эгоистичный ген / Р. Докинз ; пер. с англ. Н. Фоминой. – Москва : АСТ:CORPUS, 2013. – 512 с.
254. Доходы Facebook удвоились [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://internet.cnews.ru/news/top/index.shtml?2010/03/03/381462>
255. Ефремова Т. Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный / Т. Ф. Ефремова. – М. : Русский язык, 2000.
256. Закон «Об Основных принципах развития информационного общества в Украине на 2007–2015 гг.» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://search.ligazakon.ua/1\\_doc2.nsf/link1/JE0MN00I.html](http://search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link1/JE0MN00I.html)

257. Закон «Об электронной цифровой подписи» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.utn.com.ua/doc/pdf/law/law\\_ukr.pdf](http://www.utn.com.ua/doc/pdf/law/law_ukr.pdf)
258. Закон «Об электронных документах и электронном документообороте» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.base.spinform.ru/show\\_doc.fwx?Regnom=11196](http://www.base.spinform.ru/show_doc.fwx?Regnom=11196)
259. Заславский Б. Г. Управление экологическими системами / Б. Г. Заславский, Р. А. Полуэктов. – М., 1988.
260. Измерение информационного общества [Электронный ресурс] / Международный союз электросвязи. – 2011. – Режим доступа : <http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/material/2011/MIS2011-ExecSum-R.pdf>
261. Индекс глобальной конкурентоспособности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gtmarket.ru/ratings/global-competitiveness-index/info>
262. Индекс сетевой готовности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gtmarket.ru/ratings/networked-readiness-index/networked-readiness-index-info>
263. История FaceBook – как создавалась популярная социальная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://24company.ru/-facebook/>
264. История биологии с древнейших времён до наших дней / под ред. С. Р. Микулинского. – Наука, 1972. – С. 118.
265. ИТ-рынок России: между политикой и экономикой [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.crn.ru/numbers/spec-numbers/detail.php?ID=12010>
266. Карышев М. Ю. Статистический анализ процесса глобализации информационной экономики / М. Ю. Карышев // Вопросы экономики и права. – 2011. – № 5. – С. 183–188.
267. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество, культура / М. Кастельс ; под ред. О. И. Шкаратана. – М., 2000.
268. Ковальченко И. Д. Методы исторического исследования / И. Д. Ковальченко. – Изд. 2-е. – М. : Наука, 2003.
269. Колядин А. П. Структурные элементы человеческого капитала / А. П. Колядин // Экономический вестник Ростовского государственного университета. – 2006. – Т. 4, № 2.
270. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. Избранные труды / Н. Д. Кондратьев, Ю. В. Яковец, Л. И. Абалкин. – М. : Экономика, 2002.
271. Кононова Е. Ю. Еволюція макрoгенераций: мультиагентний підхід / Е. Ю. Кононова, Н. В. Акулов // Бизнес информ. – 2013. – № 10. – С. 166–170.

272. Кононова Е. Ю. Мультиагентная модель эволюции макрогенераций: анализ чувствительности / Е. Ю. Кононова // Моделирование и информационные технологии в исследовании социально-экономических систем: теория и практика : монография / под ред. В. С. Пономаренко, Т. С. Клебановой. – Бердянск, 2014. – С. 40–51.

273. Кононова Е. Ю. Мультиагентная модель экономической эволюции: анализ чувствительности траекторий / Е. Ю. Кононова, Э. А. Ковпак, П. В. Сухомлин // Бизнес информ. – 2015. – № 4. – С. 105–112.

274. Кононова Е. Ю., Сухомлин П.В. Моделирование макроэкономической динамики на основе мультиагентного подхода / Е. Ю. Кононова, П. В. Сухомлин // Сборник тезисов международной конференции «Актуальные проблемы экономики Украины: тенденции, риски, стимулы». – Днепропетровск, 2013.

275. Кононова К. Ю. Анализ ценности онлайн-социальных сетей / К. Ю. Кононова // Моніторинг, моделювання та менеджмент емерджентної економіки : зб. наук. пр. Другої Міжнародної науково-практичної конференції. – Черкаси : Брама-Україна, 2010. – С. 118–119.

276. Кононова К. Ю. Динамические модели взаимодействия и самоорганизации пользователей интернет / К. Ю. Кононова // Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем : тези доповідей III міжнародної науково-практичної конференції. – Х. : ВД «ИНЖЕК», 2011. – С. 57–59.

277. Кононова К. Ю. Исследование конкурентного взаимодействия онлайн-социальных сетей / К. Ю. Кононова // Вестник Харьковского университета. – 2011. – № 935. – С. 159–165.

278. Кононова К. Ю. Моделирование динамики макрогенераций / К. Ю. Кононова // Бизнес информ. – 2012. – № 4. – С. 38–41.

279. Кононова К. Ю. Моделирование макроэкономических процессов с позиций эволюционной экономики / К. Ю. Кононова // Бизнес информ. – 2009. – № 3. – С. 91–94.

280. Кононова К. Ю. Оценка числа пользователей социальных сетей / К. Ю. Кононова // Формування ринкової економіки в Україні : науковий збірник. – Львів, 2010. – Вип. 22. – С. 176–179.

281. Кононова К. Ю. Формирование модели электронного государственного управления в Украине / К. Ю. Кононова // Бизнес информ. – 2010. – № 4 (2). – С. 166–170.

282. Концепция развития электронного правительства на период до 2015 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.kmu.gov.ua/control/ru/publish/article?art\\_id=243931702&cat\\_id=-243342012](http://www.kmu.gov.ua/control/ru/publish/article?art_id=243931702&cat_id=-243342012)

283. Коротаев А. В. Социальная эволюция: факторы, закономерности, тенденции / А. В. Коротаев. – М. : Восточная литература, 2003.
284. Кувшинов М. С. Инновационный потенциал персонала в национальной экономике как инструмент стратегии развития информационного общества / М. С. Кувшинов, Е. Ю. Куркина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – Т. 7, вып. 2. – 2013.
285. Кузьменко В. П. Теория экономических циклов и глобальный финансовый кризис: Институт эволюционной экономики [Электронный ресурс] / В. П. Кузьменко. – Режим доступа : <http://iee.org.ua/ru-publication/146/>
286. Кунин Е. В. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции / Е. В. Кунин. – М., ЗАО «Издательство Центрполиграф», 2014.
287. Маевский В. И. Введение в эволюционную макроэкономику / В. И. Маевский // Российская Академия Наук. Институт экономики // Центр эволюционной экономики. – М. : Япония сегодня, 2008.
288. Маевский В. И. Эволюционная макроэкономическая теория // Институциональная экономика : учеб. пособие / В. И. Маевский ; под рук. акад. Д. С. Львова. – М. : ИНФРА-М, 2001. – С. 291.
289. Маевский В. И. Эволюционная теория и неравновесные процессы (на примере экономики США) / В. И. Маевский // Экономическая наука современной России. – М., 1999. – № 4. – С. 45–62.
290. Макаров В. Л. Эволюционная экономика: некоторые фрагменты теории / В. Л. Макаров // Эволюционный подход и проблемы переходной экономики. – М. : ИЭ РАН, 1995. – С. 109–121.
291. Мартин У. Дж. Информационное общество (Реферат) / У. Дж. Мартин // Теория и практика общественно-научной информации. Ежеквартальник / АН СССР. ИНИОН ; редкол. : В. А. Виноградов (гл. ред.) и др. – М., 1990. – № 3. – С. 115–123.
292. Медоуз Д. Х. За пределами роста / Д. Х. Медоуз, Д. Л. Медоуз, Й. Рандерс. – М. : Прогресс, 1994.
293. Менгер К. Исследования о методах социальных наук и политической экономии в особенности / К. Менгер. – СПб., 1894.
294. Меншуткин В. В. Математическое моделирование популяций и сообществ водных животных / В. В. Меншуткин. – Л., 1971.
295. Меркулова Т. В. Моделирование динамики пользователей интернет на примере социальных сетей / Т. В. Меркулова, К. Ю. Кононова // Економічна кібернетика. – 2010. – № 1–3 (61–63). – С. 31–41.
296. Меркулова Т. В. Моделирование динамики социальных сетей / Т. В. Меркулова, К. Ю. Кононова // Бізнес-інформ. – 2009. – № 2 (1). – С. 44–47.

297. Меркулова Т. В. Социальные сети как феномен сетевой экономики / Т. В. Меркулова, К. Ю. Кононова // Рефлексивные процессы в экономике: концепции, модели, прикладные аспекты : монография / под ред. Р. Н. Лепы ; НАН Украины, Институт экономики промышленности. – Донецк : АПЕКС, 2010. – 306 с. – С. 212–228.

298. Меркулова Т. В. Формирование информационного общества: статистические профили и стадии развития / Т. В. Меркулова, К. Ю. Кононова // Прогнозування соціально-економічних процесів: сучасні підходи та перспективи : монографія / за ред. О. І. Черняка, П. В. Захарченко. – Бердянськ : Видавець Ткачук О. В., 2011. – 436 с. – С. 290–306.

299. Меркулова Т. В. Социальные сети: рефлексивный подход к формированию потребительского выбора / Т. В. Меркулова, К. Ю. Кононова // Рефлексивні процеси і управління в економіці : тези і матеріали науково-практичної конференції. – Херсон, 2010. – С. 25–27.

300. Меркулова Т. В. Развитие электронного правительства в Украине на фоне мировых тенденций / Т. В. Меркулова, Е. Ю. Кононова // Институциональные проблемы эффективного государства : монография / под ред. В. В. Дементьева, Р. М. Нуреева. – Донецк : ДонНТУ, 2011. – С. 276–290.

301. Меркулова Т. В. Эволюционные процессы в экономике: моделирование динамики макрогенераций / Т. В. Меркулова, Е. Ю. Кононова // Моделирование социально-экономических систем: теория и практика : монография / под ред. В. С. Пономаренко, Т. С. Клебановой, Н. А. Кизима. – Х. : ФЛМ Александрова К. М.; ИД «ИНЖЭК», 2012. – С. 79–90.

302. Микова Н. С. Индекс сетевой готовности как индикатор развития информационного общества / Н. С. Микова, О. А. Прошина // Всероссийский журнал научных публикаций. – 2011. – Вып. 2 (3).

303. Михайлов А. А. Развитие коммуникационно-информационной технологии в Японии: проблемы и достижения // Япония 1998–1999. Ежегодник. – М., 1999. – С. 155, 157.

304. Монин А. С. Предсказуемость погоды и климата / А. С. Монин, Л. И. Питербарг // Пределы предсказуемости. – М. : ЦентрКом, 1997. – С. 12–49.

305. Национальная программа информатизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.nbuv.gov.ua/law/98\\_inf.html](http://www.nbuv.gov.ua/law/98_inf.html)

306. Нейман Дж. фон. Теория самовоспроизводящихся автоматов / Нейман Дж. фон. ; пер. с англ. – М. : Мир, 1971.

307. Нельсон Р. Р. Эволюционная теория экономических изменений / Р. Р. Нельсон, С. Дж. Уинтер. – М. : Дело, 2002.

308. Никитенкова М. А. Анализ факторов рисков инновационной деятельности в сфере информационно-коммуникационных технологий

[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.rusus.ru/?act=read&id=354#sdfootnote1sym>

309. Новиков Д. А. Иерархические модели военных действий / Д. А. Новиков // Управление большими системами. – М. : ИПУ РАН, 2012. – Вып. 37. – С. 25–62.

310. ORIS [Electronic Resource]. – Way of access : <http://www.enib.fr/~harrouet/>

311. Ожегов С. И. Толковый словарь русского языка: 80 000 слов и фразеологических выражений / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова ; Российская академия наук. Институт русского языка им. В. В. Виноградова. – 4-е изд., доп. – М. : Азбуковник, 1999.

312. Основные Показатели ИКТ, 2010 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-ICT\\_CORE-2010-PDF-R.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-ICT_CORE-2010-PDF-R.pdf)

313. Пидоймо Л. П. Сущность категорий «информационное общество», «информационная экономика» / Л. П. Пидоймо, Е. В. Бутурлакина // Современная экономика: проблемы и решения. – 2010. – № 4 (4).

314. Полтерович В. М. Экономическое равновесие и хозяйственный механизм / В. М. Полтерович. – М. : Наука, 1990.

315. Почему в России почти нет гражданского/коммерческого высокотехнологичного производства? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/218171/>

316. Пределы предсказуемости / ред. Ю. А. Кравцов. – М. : ЦентрКом, 1997.

317. ПРООН Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://un.by/ru/undp/db/00011749.html>

318. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. – 2-е изд. – Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.

319. Рейтинг стран мира по уровню развития электронного правительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gtmarket.ru/ratings/e-government-survey/info>

320. Ризниченко Г. Ю. Математические модели биологических продукционных процессов / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. – М., Изд. МГУ, 1993. – 301 с.

321. Роббинс Л. Предмет экономической науки / Л. Роббинс // THESIS. – 1993. – Т. 1, вып. 1. – С. 18.

322. Розмаинский И. В. Ограниченность методологического индивидуализма, общественная идеология и динамика инвестиций в России / И. В. Розмаинский // Вестник СПбГУ. Сер. 5 (Экономика). – 2001. – Вып. 1, № 5. – С. 133–138.

323. Розмаинский И. В., Холодилин К. А. История экономического анализа на Западе. Directmedia. – 2013.

324. Розмаинский Я. О методологических основаниях мейнстрима и гетеродоксии в экономической теории [Электронный ресурс] / Я. Розмаинский. – Режим доступа : <http://institutiones.com/theories/1073-o-metodologicheskikh-osnovaniyah-mejnstrima-i-geterodoksii-v-ekonomicheskoy-teorii.html>

325. Савинцева М. И. Конституционно-правовые проблемы регулирования информационных отношений в Японии: История и современность : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. юрид. наук : специальность : 12.00.02 «Конституционное право; Муниципальное право» / М. И. Савинцева ; науч. рук. С. А. Авакьян. – М., 2007. – 26 с.

326. Савинцева М. И. Правовое регулирование информационно-телекоммуникационной сферы и направлений развития информационного общества Японии [Электронный ресурс] / М. И. Савинцева. – Режим доступа : [http://www.telecomlaw.ru/articles/Savin\\_japantelecomc.html](http://www.telecomlaw.ru/articles/Savin_japantelecomc.html)

327. Санто Б. Нетрадиционный вызов информационных технологий [Электронный ресурс] / Б. Санто. – Режим доступа : / <http://iee.org.ua/ru/publication/41/>

328. Семенов Н. Социальные сети: перспективы и способы монетизации [Электронный ресурс] / Н. Семенов. – Режим доступа : <http://e-commerce.com.ua/7525>

329. Сильверберг Д. Моделирование экономических процессов в экономике / Д. Сильверберг // Вестник молодых ученых. – 2000. – № 6. – С. 76–85.

330. Словарь иностранных слов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.inslov.ru/html-komlev/6/6vol7ci8.html>

331. Сморгунов Л. В. От электронному государству к электронному правлению: Смена парадигмы / Л. В. Сморгунов // Электронное государство и демократия в начале XXI века. Политическая наука : сб. науч. тр. – М. : ИНИОН, 2007. – № 4. – С. 20–49.

332. Сорокин П. А. Человек. Цивилизация. Общество / П. А. Сорокин ; общ. ред., сост. и предисл. А. Ю. Согомонов ; пер. с англ. – М. : Политиздат, 1992.

333. Состояние, проблемы и перспективы развития информационного общества в СНГ // Исполнительный комитет СНГ. – Москва, 2012.

334. Спенсер Г. Основные начала. – СПб. : Издание Л. Ф. Пантелеева, 1897.

335. Спиридонов М. Что такое «социальный сервис» и «социальная сеть» [Электронный ресурс] / М. Спиридонов. – Режим доступа : <http://spiridonov.ru/post/145>

336. Статистические профили информационного общества, 2009 год, СНГ [Электронный ресурс] // Департамент информации о состоянии рынка и статистических данных Бюро развития электросвязи МСЭ. – Режим доступа : [www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-RPM.CIS-2009-PDF-R.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-RPM.CIS-2009-PDF-R.pdf)

337. Стоуньер Т. Информационное богатство: профиль постиндустриальной экономики. Новая технократическая волна на Западе / Т. Стоуньер. – М. : Прогресс, 1986. – 450 с.

338. Стратегия развития информационного общества России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.rg.ru/2008/02/16/informacia-strategia-dok.html>

339. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика / В. Б. Тарасов. – М. : Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.

340. Ткачева Н. В. Сингапур и Южная Корея: социальные измерения информационного общества [Электронный ресурс] / Н. В. Ткачева. – Режим доступа : <http://emag.iis.ru/arc/infosoc/emag.nsf/BPA/e4384e5b165bb127c3256efa003ef15b>

341. Торнли Дж. Математические модели в физиологии растений / Дж. Торнли. – Киев, 1982.

342. Тоффлер О. Будущее труда Новая технократическая волна на Западе / О. Тоффлер. – М. : Прогресс, 1986. – 450 с.

343. Туган-Барановский М. И. Периодические промышленные кризисы / М. И. Туган-Барановский. – СПб., 1914.

344. Тутубалин В. Н. Математическое моделирование в экологии: Историко-методологический анализ / В. Н. Тутубалин, Ю. М. Барабашева, А. А. Григорян, Г. Н. Девяткова, Е. Г. Угер. – М. : Языки русской культуры, 1999.

345. Ушаков Д. Н. Орфографический словарь русского языка / Д. Н. Ушаков. – М. : Учпедгиз, 1937.

346. Федорова Т. С. Национальные модели информационного общества [Электронный ресурс] / Т. С. Федорова. – Режим доступа : [// www.ifarcom.ru/files/Monitoring/fedorova\\_nac\\_modeli.pdf](http://www.ifarcom.ru/files/Monitoring/fedorova_nac_modeli.pdf)

347. Флетчер К. Численные методы на основе метода Галёркина / К. Флетчер. – М. : Мир, 1988. – 352 с.

348. Франс Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Дж. Торнли. – М., 1987.

349. Хайек Ф. А. Пагубная самонадеянность. Ошибки социализма / Ф. А. Хайек. – М., 1992.

350. Харрис Л. Денежная теория / Л. Харрис. – М. : Прогресс, 1990. – С. 435.

351. Хаяши Ю. Информационное общество: от жесткого к гибкому обществу / Ю. Хаяши. – 1969; Масуда Й., Кохияма К. Введение в информационное общество / Й. Масуда, К. Кохияма. – 1968.

352. Хокинг С. Высший замысел / С. Хокинг, Л. Млодинов. – Амфора, 2012. – 208 с.

353. Хохлова Н. Мировые «электронные правительства» идут по пути «одного окна» [Электронный ресурс] / Н. Хохлова. – Режим доступа : [http://www.cnews.ru/reviews/free/gov2008/articles/zarubej\\_opit\\_el\\_gov.shtml](http://www.cnews.ru/reviews/free/gov2008/articles/zarubej_opit_el_gov.shtml)

354. Чернавский Д. С. Синергетика и информация: Динамическая теория информации / Д. С. Чернавский. – М. : Наука, 2001. – 304 с.

355. Что такое социальная сеть? Сколько стоят социальные сети? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.antula.ru/site-price\\_social\\_net.htm](http://www.antula.ru/site-price_social_net.htm)

356. Чугунов А. В. Электронное правительство: эффективность политики внедрения информационно-коммуникационных технологий в государственное управление / А. В. Чугунов // Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы». – 2008. – 55 с.

357. Чухно А. А. Інституціонально-інформаційна економіка : підручник / А. А. Чухно, П. М. Леоненко, П. І. Юхименко ; за ред. акад. НАН України А. А. Чухна. – К. : Знання, 2010. – 687 с.

358. Чухно А. Модернизация экономики и экономическая теория / А. Чухно // Вопросы политической экономии. – 2012. – № 4 (5). – С. 5–18.

359. Шноль С. Э. Герои, злодеи, конформисты российской науки / С. Э. Шноль. – 2-е изд., доп. – М. : Крон-пресс, 2001.

360. Шредингер Э. Что такое жизнь? Физический аспект живой клетки / Э. Шредингер ; пер. с англ. – 2-е изд. – Ижевск : РХД, 2002.

361. Шумпетер Й. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия / Й. Шумпетер. – М. : ЭКСМО, 2007.

362. Экологические системы. Адаптивная оценка и управление / под ред. Э. Холлинга. – М., 1981.

## ДОДАТКИ

### Додаток А

#### Статистика е-індексів, 2014 р.

	<b>KEI</b>	<b>GII</b>	<b>IDI</b>	<b>EGDI</b>	<b>NRI</b>	<b>GCI</b>
Albania	4.53	3.04	3.78	0.50455	3.78	3.8
Algeria	3.79	2.44	2.98	0.31064	2.78	4.1
Argentina	5.43	3.44	5	0.63059	3.48	3.8
Australia	8.88	5.19	7.05	0.91034	5.26	5.1
Austria	8.61	5.31	7.1	0.79124	5.25	5.2
Azerbaijan	4.56	3.04	4.39	0.5472	4	4.5
Bahrain	6.9	4.11	5.85	0.80885	4.83	4.5
Belgium	8.71	5.43	6.89	0.75638	5.1	5.2
Bolivia	3.68	2.58	3.13	0.45617	3.13	3.8
Botswana	4.31	3.14	2.67	0.41984	3.5	4.2
Brazil	5.58	3.66	4.72	0.60082	3.97	4.3
Bulgaria	6.8	4.07	5.2	0.54209	3.87	4.4
Burkina Faso	1.91	2.46	1.14	0.18043	2.8	3.2
Cameroon	1.69	2.5	1.6	0.27823	2.95	3.7
Canada	8.92	5.69	7.04	0.84177	5.44	5.2
Chile	7.21	4.27	5.01	0.71216	4.59	4.6
China	4.37	4.54	3.88	0.54501	4.03	4.9
Colombia	4.94	3.55	3.93	0.6173	3.91	4.2
Costa Rica	5.93	3.63	4.37	0.60614	4.15	4.4
Croatia	7.29	4.07	5.75	0.62817	4.17	4.1
Cyprus	7.56	4.79	5.73	0.59576	4.59	4.3
Czech Republic	8.14	4.97	6.17	0.60695	4.38	4.5
Denmark	9.16	5.99	8.29	0.8162	5.58	5.3
Dominican Republic	4.05	3.09	3.34	0.44808	3.62	3.8
Egypt, Arab Rep,	3.78	2.79	3.66	0.51293	3.78	3.6
El Salvador	4.17	2.95	2.99	0.49885	3.58	4
Estonia	8.4	5.53	1.09	0.81796	5.12	4.7
Ethiopia	1.27	2.33	1.15	0.25888	2.85	3.6
Finland	9.33	6.18	8.04	0.84491	5.98	5.5
France	8.21	5.18	7.3	0.89384	5.06	5.1
Georgia	5.19	3.43	4.2	0.60468	3.93	4.2
Germany	8.9	5.62	7.39	0.7864	5.43	5.5
Greece	7.51	3.53	6.14	0.71176	3.93	4
Honduras	3.08	2.63	2.72	0.40826	3.33	3.8
Hungary	8.02	4.65	5.77	0.66374	4.29	4.3
Iceland	8.62	5.57	8.17	0.797	5.31	4.7

India	3.06	3.57	2.1	0.38343	3.88	4.2
Indonesia	3.11	2.81	3.19	0.44874	3.84	4.6
Ireland	8.86	5.87	7.09	0.781	5.05	5
Israel	8.14	5.6	6.62	0.81615	5.39	4.9
Italy	7.89	4.45	6.28	0.7593	4.18	4.4
Jamaica	5.65	3.02	3.49	0.43882	3.75	4
Japan	8.28	5.17	7.76	0.88744	5.24	5.5
Jordan	4.95	3.71	3.95	0.51674	4.2	4.3
Kazakhstan	5.04	3.19	5.27	0.72827	4.32	4.4
Kenya	2.88	2.89	2.32	0.38054	3.54	3.9
Korea, Rep,	7.97	5.39	8.56	0.94623	5.46	5
Latvia	7.41	4.7	6.06	0.71775	4.43	4.5
Lithuania	7.8	4.4	6.06	0.72709	4.72	4.5
Luxembourg	8.37	5.77	7.76	0.75911	5.37	5.2
Madagascar	1.77	2.42	1.44	0.2606	2.69	3.4
Malaysia	6.1	4.59	4.82	0.61152	4.82	5.2
Mali	1.86	2.54	1.38	0.16335	2.97	3.4
Mauritius	5.52	3.92	4.18	0.53375	4.12	4.5
Mexico	5.07	3.29	3.79	0.5733	3.93	4.3
Mongolia	4.42	3.5	3.63	0.55808	4.01	3.8
Morocco	3.61	3.07	3.46	0.50598	3.7	4.2
Mozambique	1.76	2.63	1.28	0.23837	2.76	3.2
Namibia	4.1	3.41	2.51	0.38799	3.32	4
Nepal	1.58	2.6	1.63	0.23442	2.93	3.8
Netherlands	9.11	6.05	7.82	0.88966	5.81	5.5
New Zealand	8.97	5.66	7.34	0.86436	5.25	5.2
Nicaragua	2.61	2.67	2.44	0.27585	2.93	3.8
Nigeria	2.2	2.46	1.93	0.29287	3.29	3.4
Norway	9.11	5.64	7.52	0.83572	5.66	5.4
Oman	6.14	3.95	5.1	0.62732	4.48	4.5
Pakistan	2.45	2.31	1.75	0.25799	3.39	3.4
Panama	5.3	3.09	4.41	0.52422	4.22	4.4
Paraguay	3.95	3.16	3.14	0.374	3.37	3.6
Peru	5.01	3.41	3.57	0.54354	3.43	4.2
Philippines	3.94	2.9	3.19	0.47681	3.73	4.4
Poland	7.41	4.04	6.19	0.64822	4.19	4.5
Qatar	5.84	4.55	6.24	0.63615	5.1	5.2
Romania	6.82	3.78	5.13	0.56315	3.87	4.3
Russian Federation	5.78	3.79	6	0.72959	4.13	4.4
Saudi Arabia	5.96	3.93	5.43	0.69001	4.82	5.1
Senegal	2.7	2.88	1.85	0.26657	3.35	3.7
Slovak Republic	7.64	4.14	5.86	0.61478	3.95	4.1
Slovenia	8.01	4.99	6.7	0.65054	4.53	4.2

South Africa	5.21	3.74	3.42	0.48688	3.87	4.4
Spain	8.35	4.72	6.62	0.84098	4.51	4.5
Sri Lanka	3.63	2.91	2.88	0.54176	3.88	4.2
Sweden	9.43	6.48	8.34	0.8225	5.91	5.4
Switzerland	8.87	6.82	7.68	0.7267	5.66	5.7
Thailand	5.21	3.69	3.41	0.46308	3.86	4.7
Trinidad and Tobago	5.91	3.25	4.57	0.49317	3.87	4
Turkey	5.16	3.41	4.38	0.54428	4.22	4.5
Uganda	2.37	2.56	1.67	0.25926	3.3	3.6
Ukraine	5.73	3.61	4.4	0.50316	3.87	4.1
United Arab Emirates	6.94	4.44	5.64	0.71358	5.07	5.3
United Kingdom	8.76	6.12	7.75	0.86948	5.64	5.4
United States	8.77	5.77	7.48	0.87483	5.57	5.5
Uruguay	6.39	3.51	5.24	0.74195	4.16	4
Venezuela, RB	4.2	2.54	3.92	0.55639	3.33	3.3
Vietnam	3.4	3.39	3.68	0.47045	3.74	4.2
Zimbabwe	2.17	2.57	2.24	0.35845	3.17	3.5

## Додаток Б

## Результати ранжування країн за значеннями е-індексів

	rank KEI	rank GII	rank IDI	rank EGDI	rank NRI	rank GCI
Korea, Rep,	26	18	1	1	9	22.5
Sweden	1	2	2	13	2	8
Denmark	3	6	3	15	7	10.5
Iceland	15	15	4	18	14	27
Finland	2	3	5	9	1	4
Netherlands	4.5	5	6	4	3	4
Japan	20	22	7.5	5	18	4
Luxembourg	18	8.5	7.5	23	13	15
United Kingdom	13	4	9	7	6	8
Switzerland	10	1	10	29	4.5	1
Norway	4.5	12	11	12	4.5	8
United States	12	8.5	12	6	8	4
Germany	8	13	13	20	11	4
New Zealand	6	11	14	8	16.5	15
France	21	21	15	3	23	20
Austria	16	19	16	19	16.5	15
Ireland	11	7	17	21	24	22.5
Australia	9	20	18	2	15	20
Canada	7	10	19	10	10	15
Belgium	14	17	20	24	20.5	15
Slovenia	25	23	21	36	31	59
Israel	22.5	14	22.5	16	12	24.5
Spain	19	26	22.5	11	32	35.5
Italy	27	32	24	22	42	44.5
Qatar	46	30	25	38	20.5	15
Poland	32.5	40	26	37	41	35.5
Czech Republic	22.5	24	27	45	35	35.5
Greece	31	54	28	33	54	70.5
Latvia	32.5	27	29.5	30	34	35.5
Lithuania	28	34	29.5	28	28	35.5
Russian Federation	47	44	31	26	46	44.5
Slovak Republic	29	36	32	43	52	65.5
Bahrain	37	37	33	17	25	35.5
Hungary	24	28	34	35	37	51.5
Croatia	34	38.5	35	40	43	65.5
Cyprus	30	25	36	49	29.5	51.5

United Arab Emirates	36	33	37	31	22	10.5
Saudi Arabia	43	42	38	34	26.5	20
Kazakhstan	59	65	39	27	36	44.5
Uruguay	40	55	40	25	44	70.5
Bulgaria	39	38.5	41	58	61	44.5
Romania	38	45	42	51	61	51.5
Oman	41	41	43	41	33	35.5
Chile	35	35	44	32	29.5	29.5
Argentina	52	57	45	39	76	78.5
Malaysia	42	29	46	44	26.5	15
Brazil	50	49	47	48	51	51.5
Trinidad and Tobago	45	64	48	68	61	70.5
Panama	53	68.5	49	61	38.5	44.5
Ukraine	48	51	50	66	61	65.5
Azerbaijan	63	71.5	51	54	50	35.5
Turkey	57	60	52	56	38.5	35.5
Costa Rica	44	50	53	46	45	44.5
Georgia	56	58	54	47	54	59
Mauritius	51	43	55	60	47	35.5
Jordan	61	47	56	62	40	51.5
Colombia	62	53	57	42	56	59
Venezuela, RB	68	88.5	58	53	81.5	94
China	66	31	59	55	48	24.5
Mexico	58	63	60	50	54	51.5
Albania	64	71.5	61	65	66.5	78.5
Vietnam	79	62	62	71	69	59
Egypt, Arab Rep,	75	80	63	63	66.5	86.5
Mongolia	65	56	64	52	49	78.5
Peru	60	60	65	57	77	59
Jamaica	49	73	66	76	68	70.5
Morocco	78	70	67	64	71	59
South Africa	54.5	46	68	69	61	44.5
Thailand	54.5	48	69	72	64	27
Dominican Republic	71	68.5	70	75	72	78.5
Indonesia	80	79	71.5	74	65	29.5
Philippines	73	76	71.5	70	70	44.5
Paraguay	72	66	73	82	79	86.5
Bolivia	76	85	74	73	87	78.5

El Salvador	69	74	75	67	73	70.5
Algeria	74	93	76	84	94	65.5
Sri Lanka	77	75	77	59	57.5	59
Honduras	81	82.5	78	78	81.5	78.5
Botswana	67	67	79	77	75	59
Namibia	70	60	80	79	83	70.5
Nicaragua	85	81	81	87	90.5	78.5
Kenya	83	77	82	81	74	74
Zimbabwe	89	86	83	83	86	89
India	82	52	84	80	57.5	59
Nigeria	88	91.5	85	85	85	91.5
Senegal	84	78	86	88	80	83.5
Pakistan	86	96	87	92	78	91.5
Uganda	87	87	88	90	84	86.5
Nepal	95	84	89	94	90.5	78.5
Cameroon	94	90	90	86	89	83.5
Madagascar	92	94	91	89	96	91.5
Mali	91	88.5	92	96	88	91.5
Mozambique	93	82.5	93	93	95	95.5
Ethiopia	96	95	94	91	92	86.5
Burkina Faso	90	91.5	95	95	93	95.5
Estonia	17	16	96	14	19	27

## Додаток В

**Статистика IDI в розрізі за показниками,  
корзина цін на послуги ІКТ і ВНД на душу населення, 2014 р.**

<b>Economy</b>	<b>IDI</b>	<b>Access</b>	<b>Use</b>	<b>Skills</b>	<b>IPB</b>	<b>GNI p.c., USD</b>
Afghanistan	1.67	2.44	0.24	2.98	17.2	700
Albania	4.72	4.62	3.26	7.82	4.3	4700
Algeria	3.42	4.46	0.73	6.72	2.9	5290
Angola	2.17	2.52	1.06	3.65	6.9	5010
Antigua & Barbuda	5.89	7.02	3.99	7.41	2.7	12910
Armenia	5.08	5.64	3.02	8.04	2.3	3790
Australia	8.18	8.23	7.48	9.5	0.6	65520
Austria	7.62	8.28	6.28	8.96	0.5	48590
Azerbaijan	5.65	6.07	4.4	7.33	1.4	7350
Bahrain	7.4	7.72	7.06	7.44	0.9	19756
Bangladesh	1.97	2.57	0.27	4.18	3.8	900
Barbados	6.95	7.86	5.2	8.65	2.3	15231
Belarus	6.89	7.39	4.99	9.69	1	6720
Belgium	7.57	8.26	6.18	8.99	0.9	45210
Benin	1.84	2.94	0.18	2.96	39	790
Bhutan	2.85	3.18	1.67	4.54	2.1	2460
Bolivia	3.78	4.11	1.86	6.97	9.5	2550
Bosnia and Herzegovina	5.23	5.63	3.71	7.5	2.6	4740
Botswana	4.01	4.06	3.03	5.86	3.3	7730
Brazil	5.5	6.14	4.01	7.22	3	11690
Brunei Darussalam	5.43	7.24	2.68	7.32	1	33002
Bulgaria	6.31	6.77	4.77	8.46	3.2	7030
Burkina Faso	1.56	2.46	0.45	1.97	42	670
Cambodia	2.61	3.73	0.55	4.49	9.2	950
Cameroon	2.1	2.75	0.28	4.45	31	1270
Canada	7.62	8.01	6.63	8.85	0.8	52200
Cape Verde	4.3	4.55	2.9	6.62	5.8	3630
Central African Rep.	0.96	1.32	0.12	1.91	66.6	320
Chile	5.92	6.35	4.08	8.72	2.5	15230
China	4.64	5.1	2.99	7.02	1.7	6560
Colombia	4.95	5.44	3.07	7.71	3.1	7560
Costa Rica	5.92	6.27	4.48	8.13	1	9550
Côte d'Ivoire	1.8	3.19	0.16	2.32	21	1380
Croatia	6.9	7.31	5.62	8.63	1.5	13330
Cuba	2.77	1.87	0.86	8.41	30	6014
Cyprus	6.11	6.93	4.34	7.99	0.8	26654
Czech Republic	6.72	7.26	5.22	8.65	1.6	18060

Denmark	8.86	8.8	8.71	9.28	0.6	61110
Dominica	4.72	5.86	2.79	6.31	3.9	6760
Dominican Rep.	4.06	4.15	2.65	6.69	3.6	5620
Ecuador	4.56	5.16	2.58	7.29	3.2	5510
Egypt	4.45	5.09	2.87	6.33	1.8	3160
El Salvador	3.61	4.76	1.27	6	4.8	3720
Eritrea	1.2	1.27	0.03	3.41	47.7	490
Estonia	7.68	7.82	6.77	9.21	1.3	17370
Ethiopia	1.31	1.87	0.24	2.35	22.1	470
Fiji	4.4	4.6	3.08	6.64	4.5	4430
Finland	8.31	7.8	8.09	9.75	0.7	47110
France	7.87	8.65	6.74	8.57	0.9	42250
Gabon	2.66	3.88	0.35	4.82	3.8	10650
Georgia	4.86	5.99	2.58	7.14	2.3	3570
Germany	7.9	9.19	6.21	8.68	0.7	46100
Ghana	3.46	4.47	1.76	4.82	9.7	1760
Greece	6.85	7.53	4.65	9.9	1.6	22530
Grenada	4.96	6.07	2.14	8.38	3.5	7460
Guatemala	3.2	4.35	0.96	5.37	6.5	3340
Guyana	3.48	4.04	1.36	6.59	4	3750
Honduras	3.18	3.94	1.03	5.96	6.5	2180
Hong Kong, China	8.28	9.24	7.36	8.24	0.4	38420
Hungary	6.52	7.32	4.67	8.62	2.4	12534
Iceland	8.64	9.28	7.65	9.32	0.7	43930
India	2.53	3.05	0.68	5.2	2.6	1570
Indonesia	3.83	4.32	1.8	6.89	3.5	3580
Iran (I.R.)	4.29	5.53	1.44	7.52	0.6	5780
Ireland	7.57	8.24	6.24	8.92	1.1	39501
Israel	7.29	8.31	5.53	8.78	1	34120
Italy	6.94	7.62	5.38	8.71	1.1	34400
Jamaica	4.26	4.58	2.62	6.89	3.6	5220
Japan	8.22	8.4	7.8	8.67	0.7	46140
Jordan	4.62	5.47	2.22	7.74	2.9	4950
Kazakhstan	6.08	6.84	4.33	8.06	1	11380
Kenya	2.79	3.29	1.41	4.54	22.2	930
Korea (Rep.)	8.85	8.94	8.26	9.81	0.8	25920
Kyrgyzstan	3.78	4.05	1.59	7.62	6.2	1200
Lao P.D.R.	2.35	3.1	0.5	4.53	7.8	1460
Latvia	7.03	7.29	5.91	8.75	1.2	14201
Lebanon	5.71	6.45	4.33	6.99	2.2	9870
Lesotho	2.36	3.02	0.55	4.66	13.6	1550
Lithuania	1.7	2.36	0.21	3.32	0.9	13958
Luxembourg	8.26	9.46	7.66	7.08	0.5	72528

Macao, China	7.66	7.88	7.01	8.53	0.2	64691
Madagascar	1.42	1.68	0.09	3.55	69.7	440
Malawi	1.52	1.89	0.31	3.21	70.2	270
Malaysia	5.2	6.58	3.16	6.54	1.4	10400
Maldives	4.71	6.05	2.66	6.12	1.6	5600
Mali	2.04	3.55	0.14	2.85	42.1	670
Malta	7.25	8.98	5.48	7.32	1	19927
Mauritania	1.91	3.08	0.4	2.58	19.4	1060
Mauritius	5.22	6.32	2.97	7.51	0.8	9300
Mexico	4.29	4.8	2.45	6.96	1.8	9940
Moldova	5.72	6.56	3.94	7.57	3.8	2460
Mongolia	7.93	8.31	7.29	8.45	2	3770
Montenegro	5.67	6.74	3.37	8.15	2.1	7260
Morocco	4.27	5.63	2.5	5.07	3.6	3030
Mozambique	1.52	2.21	0.24	2.71	34.4	590
Namibia	1.82	1.85	0.08	5.22	4.9	5840
Nepal	2.37	2.7	0.92	4.61	6.4	730
Netherlands	8.38	8.93	7.43	9.2	0.9	47440
New Zealand	7.82	7.79	7.1	9.28	1.3	35875
Nicaragua	2.96	3.98	0.68	5.49	12.4	1780
Niger	1.03	1.95	0.09	1.1	59.3	410
Nigeria	2.35	2.53	1.6	3.51	7.9	2760
Norway	8.39	8.36	8.07	9.09	0.4	102610
Oman	6.1	7.12	4.65	6.95	0.7	25503
Pakistan	2.05	3.03	0.42	3.36	6	1380
Panama	4.16	4.77	1.84	7.59	1.2	10700
Paraguay	3.71	4.49	1.5	6.59	4.2	4040
Peru	4	4.54	1.69	7.53	3	6390
Philippines	4.02	4.3	2.28	6.93	6.1	3270
Poland	6.6	7.04	4.94	9.01	1.3	12960
Portugal	6.67	7.67	4.61	8.77	1.3	20670
Qatar	7.01	8.09	5.95	6.95	0.4	85550
Romania	5.83	6.62	3.87	8.17	1.7	9060
Russian Federation	6.7	7.25	4.97	9.03	0.5	13860
Rwanda	1.86	2.43	0.49	3.49	40.5	620
Saudi Arabia	6.36	7.04	4.77	8.17	1.2	26200
Senegal	2.46	3.23	1.25	3.35	24.3	1070
Serbia	6.24	7.22	4.34	8.07	2.8	5730
Seychelles	4.97	6.46	2.74	6.44	1.3	12530
Singapore	7.9	8.61	7.19	7.9	0.3	54040
Slovakia	6.58	7.03	5.28	8.28	1.4	17372
Slovenia	7.13	7.91	5.21	9.43	1.2	23058
Solomon Islands	2.29	2.45	0.55	5.44	40.5	1610

South Africa	4.42	4.82	2.75	6.98	3.2	7190
Spain	7.38	7.7	6.04	9.41	1.4	29180
Sri Lanka	3.36	3.85	1.1	6.91	1	3170
St. Kitts and Nevis	6.01	7.29	4.21	7.03	2.1	13460
St. Lucia	4.81	5.68	3.02	6.67	4.2	7090
St. Vincent and the Gren.	5.17	6.85	2.47	7.23	4.1	6580
Sudan	2.88	3.46	1.65	4.18	4.6	1130
Suriname	4.26	5.38	2.06	6.4	2.5	9260
Swaziland	2.6	3.02	0.99	4.96	10.3	3080
Sweden	8.67	8.93	8.29	8.9	0.6	59130
Switzerland	8.11	9.36	6.75	8.34	0.4	81760
Tanzania	3.46	4.5	1.07	6.17	24.3	630
TFYR Macedonia	5.77	6.55	4.22	7.29	2.7	4800
Thailand	4.76	4.88	3.12	7.81	2.5	5370
Trinidad & Tobago	5.29	6.36	3.6	6.54	0.8	15760
Tunisia	4.23	4.56	2.59	6.86	1.6	4360
Turkey	5.29	5.83	3.24	8.34	1.8	10950
Uganda	1.94	2.18	0.83	3.66	25.1	510
Ukraine	5.15	6.16	2.11	9.23	1.8	3960
United Arab Emirates	7.03	7.67	6.51	6.79	0.8	39006
United Kingdom	8.5	9.18	7.88	8.41	0.9	39110
United States	8.02	7.78	7.5	9.56	0.7	53670
Uruguay	6.32	7.05	4.56	8.39	1.2	15180
Uzbekistan	3.4	2.95	2.09	6.94	2.5	1900
Venezuela	4.81	5.36	2.36	8.62	0.7	12550
Viet Nam	4.09	4.48	2.5	6.5	1.9	1730
Zambia	2.18	2.66	0.73	4.11	26.6	1480
Zimbabwe	2.89	3.12	1.92	4.36	29.5	820

## Додаток Г

Дані про рівень розвитку електронного уряду (E-Government Index)  
у розрізі за субіндексами, 2014 р.

Country Name	E-Government Rank	E-Government Index	E-Participation Index	Online Service Index	Human Capital Index	Telecom. Infrastr. Index
Afghanistan	173	0.19003	0.13725	0.1811	0.2418	0.14722
Albania	84	0.50455	0.52941	0.44881	0.71	0.3548
Algeria	136	0.31064	0.07843	0.07874	0.6543	0.19885
Andorra	43	0.6426	0.43137	0.43307	0.7277	0.76706
Angola	140	0.29703	0.23529	0.29921	0.4941	0.09778
Argentina	46	0.63059	0.54901	0.55118	0.8571	0.48347
Armenia	61	0.58969	0.52941	0.61417	0.766	0.3889
Australia	2	0.91034	0.94117	0.92913	0.9978	0.80405
Austria	20	0.79124	0.62745	0.74803	0.866	0.75972
Azerbaijan	68	0.5472	0.43137	0.43307	0.748	0.46049
Bahamas	92	0.49	0.19607	0.33858	0.7138	0.41758
Bahrain	18	0.80885	0.82352	0.937	0.784	0.7055
Bangladesh	148	0.27572	0.39215	0.34645	0.3866	0.09414
Barbados	59	0.5933	0.09803	0.22047	0.8865	0.67295
Belarus	55	0.60529	0.35294	0.32283	0.8861	0.60691
Belgium	25	0.75638	0.62745	0.67716	0.8932	0.6988
Belize	120	0.37738	0.29411	0.37795	0.6012	0.15295
Benin	180	0.1685	0.17647	0.11023	0.2756	0.11964
Bhutan	143	0.28285	0.35294	0.24409	0.429	0.17546
Bolivia	103	0.45617	0.41176	0.3937	0.7424	0.23242
Bosnia and Herzegovina	97	0.47069	0.23529	0.28346	0.7288	0.3998
Botswana	112	0.41984	0.31372	0.30708	0.6555	0.29694
Brazil	57	0.60082	0.70588	0.59842	0.7372	0.46681
Bulgaria	73	0.54209	0.2549	0.23622	0.796	0.59406
Burkina Faso	178	0.18043	0.13725	0.29921	0.1578	0.08423
Burundi	172	0.19278	0.05882	0.01574	0.5393	0.02332
Cambodia	139	0.29986	0.19607	0.17322	0.5189	0.20745
Cameroon	144	0.27823	0.15686	0.19685	0.5421	0.09579
Canada	11	0.84177	0.82352	0.91338	0.8952	0.71676
Cape Verde	127	0.35505	0.09803	0.16535	0.6032	0.29658
Central African Rep	187	0.12574	0.03921	0.03937	0.3099	0.02799
Chad	189	0.10761	0.07843	0.04724	0.2341	0.04146
Chile	33	0.71216	0.94117	0.81889	0.8236	0.49396
China	70	0.54501	0.64705	0.60629	0.6734	0.3554
Colombia	50	0.6173	0.88235	0.7874	0.7348	0.32971

Comoros	177	0.18077	0.03921	0.01574	0.4662	0.06037
Congo	160	0.25696	0.09803	0.10236	0.5233	0.14526
Costa Rica	54	0.60614	0.82352	0.61417	0.7582	0.44607
Croatia	47	0.62817	0.33333	0.46456	0.7928	0.62711
Cuba	116	0.39165	0.35294	0.22834	0.8497	0.09687
Cyprus	58	0.59576	0.31372	0.47244	0.7828	0.53203
Czech Republic	53	0.60695	0.2549	0.37007	0.8755	0.57532
Dem. People's Republic of Korea	149	0.27526	0.0196	0.00787	0.8007	0.01725
Congo	183	0.15514	0.0196	0.04724	0.3845	0.03369
Denmark	16	0.8162	0.54901	0.66141	0.9132	0.87403
Djibouti	184	0.1456	0.07843	0.06299	0.3182	0.05557
Dominica	110	0.4338	0.11764	0.18897	0.6701	0.44237
Dominican Rep.	107	0.44808	0.33333	0.38582	0.6639	0.2945
Ecuador	83	0.50529	0.49019	0.48031	0.7037	0.33184
Egypt	80	0.51293	0.54901	0.59055	0.5912	0.35705
El Salvador	88	0.49885	0.60784	0.53543	0.6414	0.31975
Equatorial Guinea	168	0.22675	0.0196	0.03149	0.5288	0.11996
Eritrea	192	0.09075	0	0	0.2723	0
Estonia	15	0.81796	0.7647	0.77165	0.8889	0.79337
Ethiopia	157	0.25888	0.2549	0.45669	0.2934	0.02659
Fiji	85	0.50437	0.39215	0.3937	0.8322	0.28719
Finland	10	0.84491	0.70588	0.77165	0.9037	0.8594
France	4	0.89384	0.96078	1	0.8812	0.80029
Gabon	131	0.3294	0.21568	0.09448	0.6677	0.22601
Gambia	167	0.22851	0.21568	0.20472	0.3326	0.14816
Georgia	56	0.60468	0.58823	0.59842	0.7895	0.42613
Germany	21	0.7864	0.70588	0.66929	0.8862	0.80377
Ghana	123	0.37354	0.39215	0.31496	0.5613	0.24438
Greece	34	0.71176	0.80392	0.60629	0.8741	0.65487
Grenada	78	0.52197	0.39215	0.34645	0.8166	0.40289
Guatemala	133	0.31603	0.19607	0.1496	0.5272	0.27125
Guinea	190	0.09543	0.0196	0	0.2359	0.05044
Guinea-Bissau	182	0.16085	0.0196	0.00787	0.3869	0.08776
Guyana	124	0.36952	0.33333	0.24409	0.6301	0.23437
Haiti	176	0.18086	0.17647	0.11023	0.3372	0.09521
Honduras	114	0.40826	0.33333	0.40157	0.6281	0.19514
Hungary	39	0.66374	0.45098	0.55905	0.8668	0.56536

Iceland	19	0.797	0.49019	0.61417	0.9178	0.85906
India	118	0.38343	0.62745	0.5433	0.4698	0.13723
Indonesia	106	0.44874	0.29411	0.3622	0.6786	0.30544
Iran	105	0.45075	0.29411	0.37007	0.6882	0.29401
Iraq	134	0.31414	0.13725	0.19685	0.5283	0.21727
Ireland	22	0.781	0.64705	0.67716	0.9619	0.70391
Israel	17	0.81615	0.86274	0.87401	0.8545	0.71998
Italy	23	0.7593	0.78431	0.74803	0.8552	0.67473
Jamaica	109	0.43882	0.19607	0.31496	0.7262	0.27533
Japan	6	0.88744	0.96078	0.94488	0.8621	0.85533
Jordan	79	0.51674	0.47058	0.51968	0.7202	0.31035
Kazakhstan	28	0.72827	0.7647	0.74803	0.8619	0.57488
Kenya	119	0.38054	0.64705	0.42519	0.5552	0.1612
Kiribati	132	0.3201	0.29411	0.21259	0.6812	0.06654
Kuwait	49	0.6268	0.43137	0.5748	0.7194	0.5862
Kyrgyzstan	101	0.46568	0.41176	0.27559	0.7413	0.38013
Laos	152	0.26588	0.19607	0.14173	0.4941	0.16177
Latvia	31	0.71775	0.70588	0.70078	0.8288	0.62367
Lebanon	89	0.49823	0.29411	0.35433	0.7374	0.40298
Lesotho	153	0.26294	0.13725	0.15748	0.5135	0.11785
Liberia	179	0.17682	0.11764	0.07874	0.3754	0.0763
Libya	121	0.3753	0.05882	0.01574	0.7821	0.32809
Liechtenstein	35	0.69823	0.2745	0.51181	0.8361	0.74682
Lithuania	29	0.72709	0.64705	0.7559	0.8557	0.56968
Luxembourg	24	0.75911	0.54901	0.62204	0.783	0.87225
Madagascar	155	0.2606	0.35294	0.24409	0.4889	0.04879
Malawi	166	0.23208	0.23529	0.17322	0.4746	0.04837
Malaysia	52	0.61152	0.52941	0.67716	0.7119	0.44546
Maldives	94	0.48129	0.2745	0.3622	0.6865	0.39516
Mali	181	0.16335	0.15686	0.13385	0.2212	0.13501
Malta	40	0.6518	0.47058	0.40157	0.7855	0.76834
Mauritania	174	0.1893	0.07843	0.04724	0.3581	0.16256
Mexico	63	0.5733	0.60784	0.66141	0.7445	0.31393
Micronesia	130	0.33371	0.2549	0.18897	0.7023	0.10985
Monaco	38	0.67148	0.09803	0.22047	0.794	1
Mongolia	65	0.55808	0.68627	0.61417	0.7887	0.27138
Montenegro	45	0.63455	0.58823	0.52755	0.8279	0.54814
Morocco	82	0.50598	0.80392	0.69291	0.4901	0.33499
Mozambique	164	0.23837	0.33333	0.31496	0.3457	0.05449
Myanmar	175	0.18694	0.07843	0.02362	0.5288	0.00836
Namibia	117	0.38799	0.33333	0.32283	0.5693	0.27187
Nauru	145	0.27755	0.07843	0.05511	0.5617	0.21585
Nepal	165	0.23442	0.29411	0.15748	0.3774	0.16843

Netherlands	5	0.88966	1	0.92913	0.9224	0.81751
New Zealand	9	0.86436	0.78431	0.84251	1	0.75057
Nicaragua	147	0.27585	0.09803	0.09448	0.5639	0.16924
Niger	191	0.09456	0.23529	0.12598	0.1192	0.03851
Nigeria	141	0.29287	0.33333	0.30708	0.3811	0.19045
Norway	13	0.83572	0.68627	0.7559	0.938	0.81328
Oman	48	0.62732	0.70588	0.73228	0.6624	0.48725
Pakistan	158	0.25799	0.33333	0.32283	0.3337	0.11743
Palau	108	0.4415	0.23529	0.16535	0.7999	0.35922
Panama	77	0.52422	0.49019	0.37007	0.7455	0.45713
Papua New Guinea	188	0.12028	0	0.00787	0.3	0.05296
Paraguay	122	0.374	0.2549	0.22834	0.67	0.22361
Peru	72	0.54354	0.70588	0.62992	0.7289	0.2718
Philippines	95	0.47681	0.56862	0.48031	0.7051	0.24508
Poland	42	0.64822	0.49019	0.5433	0.8396	0.56182
Portugal	37	0.68996	0.64705	0.63779	0.8227	0.60943
Qatar	44	0.63615	0.60784	0.65354	0.6671	0.58786
Republic of Korea	1	0.94623	1	0.97637	0.9273	0.93503
Republic of Moldova	66	0.55708	0.62745	0.52755	0.7201	0.42355
Romania	64	0.56315	0.47058	0.44094	0.81	0.43854
Russian Federation	27	0.72959	0.68627	0.70866	0.8388	0.6413
Rwanda	125	0.35888	0.5098	0.51181	0.482	0.08284
Saint Lucia	104	0.45248	0.2745	0.24409	0.7133	0.40004
Samoa	111	0.42039	0.39215	0.24409	0.7499	0.26723
San Marino	62	0.58225	0.19607	0.27559	0.8354	0.63577
Saudi Arabia	36	0.69001	0.56862	0.77165	0.7461	0.55227
Senegal	151	0.26657	0.35294	0.30708	0.3283	0.16437
Serbia	69	0.54715	0.41176	0.3937	0.7796	0.46814
Seychelles	81	0.51126	0.2549	0.3307	0.731	0.47206
Sierra Leone	186	0.13286	0.09803	0.04724	0.2692	0.08211
Singapore	3	0.90762	0.90196	0.99212	0.8515	0.87927
Slovakia	51	0.61478	0.62745	0.48818	0.8265	0.52963
Slovenia	41	0.65054	0.39215	0.42519	0.9072	0.61925
Solomon Islands	170	0.20871	0.07843	0.05511	0.4702	0.10084
Somalia	193	0.01387	0.03921	0.01574	0	0.02588
South Africa	93	0.48688	0.33333	0.38582	0.7282	0.34662
Spain	12	0.84098	0.78431	0.94488	0.9152	0.66288
Sri Lanka	74	0.54176	0.64705	0.65354	0.7376	0.23412

Sudan	154	0.26062	0.2745	0.29133	0.3059	0.18466
Suriname	115	0.40446	0.13725	0.14173	0.6749	0.39678
Swaziland	138	0.30558	0.15686	0.13385	0.62	0.16288
Sweden	14	0.8225	0.60784	0.70078	0.8802	0.88656
Switzerland	30	0.7267	0.37254	0.50393	0.8562	0.81992
Syrian Arab Republic	135	0.31341	0.09803	0.15748	0.5835	0.19924
Tajikistan	129	0.33951	0.11764	0.06299	0.7249	0.23062
Thailand	102	0.46308	0.54901	0.44094	0.664	0.28428
Timor-Leste	161	0.25276	0.29411	0.20472	0.4831	0.07042
Togo	162	0.24463	0.09803	0.11023	0.5401	0.08359
Tonga	98	0.47057	0.33333	0.34645	0.8304	0.23482
Trinidad and Tobago	91	0.49317	0.31372	0.3307	0.6945	0.45429
Tunisia	75	0.53895	0.64705	0.63779	0.6717	0.30741
Turkey	71	0.54428	0.49019	0.55905	0.7133	0.36048
Turkmenistan	128	0.35109	0.11764	0.08661	0.7478	0.21885
Tuvalu	137	0.3059	0.11764	0.03937	0.7022	0.17611
Uganda	156	0.25926	0.13725	0.1496	0.5271	0.10108
Ukraine	87	0.50316	0.43137	0.26771	0.8616	0.38016
United Arab Emirates	32	0.71358	0.84313	0.88188	0.6657	0.59319
United Kingdom	8	0.86948	0.96078	0.89763	0.8574	0.8534
Tanzania	146	0.27642	0.39215	0.29921	0.4492	0.08082
USA	7	0.87483	0.92156	0.94488	0.939	0.74059
Uruguay	26	0.74195	0.98039	0.85039	0.8148	0.5607
Uzbekistan	100	0.46951	0.47058	0.44881	0.7264	0.23334
Vanuatu	159	0.25705	0.17647	0.07874	0.5736	0.11882
Venezuela	67	0.55639	0.56862	0.55118	0.7685	0.34948
Viet Nam	99	0.47045	0.49019	0.41732	0.6148	0.37923
Yemen	150	0.27199	0.2745	0.30708	0.384	0.12486
Zambia	163	0.23893	0.17647	0.14173	0.4504	0.12471
Zimbabwe	126	0.35845	0.45098	0.30708	0.5445	0.22376

## Додаток Д

**Динаміка розвитку електронного уряду (E-Government Index),  
2003–2010 рр.**

<b>Country Name</b>	<b>2010</b>	<b>2008</b>	<b>2005</b>	<b>2004</b>	<b>2003</b>
Republic of Korea	0.8785	0.8317	0.8727	0.8575	0.744
United States of America	0.851	0.8644	0.9062	0.9132	0.927
Canada	0.8448	0.8172	0.8425	0.8369	0.806
United Kingdom of Great Britain	0.8147	0.7872	0.8777	0.8852	0.814
Netherlands	0.8097	0.8631	0.8021	0.8026	0.746
Norway	0.802	0.8921	0.8228	0.8178	0.778
Denmark	0.7872	0.9134	0.9058	0.9047	0.82
Australia	0.7863	0.8108	0.8679	0.8377	0.831
Spain	0.7516	0.7228	0.5847	0.5844	0.602
France	0.751	0.8038	0.6925	0.6687	0.69
Singapore	0.7476	0.7009	0.8503	0.834	0.746
Sweden	0.7474	0.9157	0.8983	0.8741	0.84
Bahrain	0.7363	0.5723	0.5282	0.5323	0.51
New Zealand	0.7311	0.7392	0.7987	0.7811	0.718
Germany	0.7309	0.7136	0.805	0.7873	0.762
Belgium	0.7225	0.6779	0.7381	0.7525	0.67
Japan	0.7152	0.7703	0.7801	0.726	0.693
Switzerland	0.7136	0.7626	0.7548	0.7538	0.764
Finland	0.6967	0.7488	0.8231	0.8239	0.761
Estonia	0.6965	0.76	0.7347	0.7029	0.697
Ireland	0.6866	0.7296	0.7251	0.7058	0.697
Iceland	0.6697	0.7176	0.7794	0.7699	0.702
Liechtenstein	0.6694	0.5486	0.1789	0.1937	0.178
Austria	0.6679	0.7428	0.7602	0.7487	0.676
Luxembourg	0.6672	0.7512	0.6513	0.66	0.656
Israel	0.6552	0.7393	0.6903	0.6805	0.663
Hungary	0.6315	0.6494	0.6536	0.5857	0.516
Lithuania	0.6295	0.6617	0.5786	0.5367	0.557
Slovenia	0.6243	0.6681	0.6762	0.6506	0.631
Malta	0.6129	0.6582	0.7012	0.6877	0.636
Colombia	0.6125	0.5317	0.5221	0.5335	0.443
Malaysia	0.6101	0.6063	0.5706	0.5409	0.524
Czech Republic	0.606	0.6696	0.6396	0.6214	0.542
Chile	0.6014	0.5819	0.6963	0.6835	0.671
Croatia	0.5858	0.565	0.548	0.5227	0.531
Uruguay	0.5848	0.5645	0.5387	0.5481	0.507
Latvia	0.5826	0.5944	0.605	0.5486	0.506

Italy	0.58	0.668	0.6794	0.6598	0.685
Portugal	0.5787	0.6479	0.6084	0.5953	0.646
Barbados	0.5714	0.5667	0.492	0.4563	0.413
Greece	0.5708	0.5718	0.5921	0.5581	0.54
Cyprus	0.5705	0.6019	0.5872	0.5189	0.474
Slovakia	0.5639	0.5889	0.5887	0.5565	0.528
Bulgaria	0.559	0.5719	0.5605	0.5417	0.548
Poland	0.5582	0.6134	0.5872	0.6026	0.576
Kazakhstan	0.5578	0.4743	0.4813	0.4344	0.387
Romania	0.5479	0.5383	0.5704	0.5504	0.483
Argentina	0.5467	0.5844	0.5971	0.5871	0.577
United Arab Emirates	0.5349	0.6301	0.5718	0.4736	0.535
Kuwait	0.529	0.5202	0.4431	0.3649	0.37
Jordan	0.5278	0.548	0.4639	0.4347	0.429
The former Yugoslav Republic of Macedonia	0.5261	0.4866	0.4633	0.3699	0.362
Mongolia	0.5243	0.4735	0.3962	0.4152	0.343
Ukraine	0.5181	0.5728	0.5456	0.5326	0.462
Antigua and Barbuda	0.5154	0.4485	0.401	0.3657	0.364
Mexico	0.515	0.5893	0.6061	0.5957	0.593
Andorra	0.5148	0.5175	0.1836	0.1563	0.174
Saudi Arabia	0.5142	0.4935	0.4105	0.3858	0.338
Russian Federation	0.5136	0.512	0.5329	0.5017	0.443
Montenegro	0.5101	0.4282	0.4282	0.4282	0
Brazil	0.5006	0.5679	0.5981	0.5675	0.527
Qatar	0.4928	0.5314	0.4895	0.4005	0.411
Peru	0.4923	0.5252	0.5089	0.5015	0.463
Belarus	0.49	0.5213	0.5318	0.4888	0.397
Bahamas	0.4871	0.4911	0.4676	0.4649	0.429
Tunisia	0.4826	0.3458	0.331	0.3227	0.329
Trinidad and Tobago	0.4806	0.5307	0.4768	0.467	0.427
Brunei Darussalam	0.4796	0.4667	0.4475	0.4632	0.459
Turkey	0.478	0.4834	0.496	0.4892	0.506
Venezuela	0.4774	0.5095	0.5161	0.4898	0.364
Costa Rica	0.4749	0.5144	0.4612	0.4188	0.427
China	0.47	0.5017	0.5078	0.4356	0.416
El Salvador	0.47	0.4974	0.4225	0.4034	0.409
Bosnia and Herzegovina	0.4698	0.4509	0.4019	0.379	0.309
Saint Kitts and Nevis	0.4691	0.4814	0.4492	0.4231	0.426
Thailand	0.4653	0.5031	0.5518	0.5096	0.446
Mauritius	0.4645	0.5086	0.5317	0.5055	0.471
Philippines	0.4637	0.5001	0.5721	0.526	0.574
Panama	0.4619	0.4718	0.4822	0.4907	0.432

Republic of Moldova	0.4611	0.451	0.3459	0.3446	0.363
Serbia	0.4585	0.4828	0.196	0.3871	0.371
Oman	0.4576	0.4691	0.3405	0.2884	0.355
Azerbaijan	0.4571	0.4609	0.3773	0.3861	0.364
Dominican Republic	0.4557	0.4943	0.4076	0.4111	0.438
Albania	0.4519	0.467	0.3732	0.34	0.311
Egypt	0.4518	0.4767	0.3793	0.2653	0.238
Uzbekistan	0.4498	0.4057	0.4114	0.3965	0
Saint Lucia	0.4471	0.4746	0.4467	0.4616	0.438
Jamaica	0.4467	0.4679	0.5064	0.4793	0.432
Viet Nam	0.4454	0.4558	0.364	0.3378	0.357
Kyrgyzstan	0.4417	0.4195	0.4417	0.4468	0.327
Maldives	0.4392	0.4491	0.4321	0.4106	0.41
Lebanon	0.4388	0.484	0.456	0.4163	0.424
Saint Vincent and the Grenadines	0.4355	0.4306	0.4001	0.3239	0.326
Ecuador	0.4322	0.484	0.3966	0.3924	0.378
Cuba	0.4321	0.399	0.37	0.3478	0.372
South Africa	0.4306	0.5115	0.5075	0.4902	0.515
Bolivia	0.428	0.4867	0.4017	0.3863	0.411
Grenada	0.4277	0.4545	0.3879	0.3588	0.348
Georgia	0.4248	0.4598	0.4034	0.3784	0.351
Paraguay	0.4243	0.4654	0.362	0.3408	0.413
Iran (Islamic Republic)	0.4234	0.4067	0.3813	0.3282	0.33
Palau	0.4189	0	0.0564	0.0425	0.009
Seychelles	0.4179	0.4942	0.4884	0.4259	0.42
Dominica	0.4149	0.3746	0.3334	0.3681	0
Guyana	0.414	0.4375	0.3985	0.4243	0.422
Honduras	0.4065	0.4048	0.3348	0.3301	0.28
Cape Verde	0.4054	0.4158	0.3346	0.3442	0.322
Indonesia	0.4026	0.4107	0.3819	0.3909	0.422
Armenia	0.4025	0.4182	0.3625	0.3919	0.377
Sri Lanka	0.3995	0.4244	0.395	0.3748	0.385
Guatemala	0.3937	0.4283	0.3777	0.3391	0.329
Fiji	0.3925	0.4156	0.4081	0.3912	0.425
Libyan Arab Jamahiriya	0.3799	0.3546	0.3091	0.2973	0
Samoa	0.3742	0.3761	0.3977	0.3793	0.299
Tonga	0.3697	0.395	0.368	0.3781	0.391
Botswana	0.3637	0.3647	0.3978	0.3827	0.347
Nicaragua	0.363	0.3668	0.3383	0.3216	0.324
India	0.3567	0.3814	0.4001	0.3879	0.373
Belize	0.3513	0.4102	0.3815	0.415	0.422
Lesotho	0.3512	0.3805	0.3373	0.325	0.346

Tajikistan	0.3477	0.315	0.3346	0.3138	0
Gabon	0.342	0.3228	0.2928	0.3002	0.283
Kenya	0.3338	0.3474	0.3298	0.2959	0.299
Namibia	0.3314	0.3445	0.3411	0.3272	0.34
Morocco	0.3287	0.2944	0.2774	0.2641	0.265
Suriname	0.3283	0.3472	0.3449	0.3474	0
Sao Tome and Principe	0.3258	0.3215	0.2837	0.2774	0.272
Zimbabwe	0.323	0.3	0.3316	0.2833	0.304
Turkmenistan	0.3226	0.3262	0.3225	0.3409	0.335
Algeria	0.3181	0.3515	0.3242	0.3248	0.37
Angola	0.311	0.3328	0.184	0.1998	0.192
Syrian Arab Republic	0.3103	0.3614	0.2871	0.2644	0.264
Bangladesh	0.3028	0.2936	0.1762	0.1788	0.165
Congo	0.3019	0.2737	0.2855	0.297	0.265
Iraq	0.2996	0.269	0.3334	0.3566	0
United Republic of Tanzania	0.2926	0.2929	0.302	0.283	0.253
Equatorial Guinea	0.2902	0.289	0.2618	0.2616	0
Madagascar	0.289	0.3065	0.2641	0.2214	0.229
Cambodia	0.2878	0.2989	0.2989	0.2859	0.264
Myanmar	0.2818	0.2922	0.2959	0.3031	0.28
Uganda	0.2812	0.3133	0.3081	0.329	0.296
Zambia	0.281	0.2266	0.2343	0.2329	0.276
Côte d'Ivoire	0.2805	0.1853	0.182	0.1729	0
Swaziland	0.2757	0.3454	0.3593	0.3647	0.295
Pakistan	0.2755	0.316	0.2836	0.3042	0.247
Ghana	0.2754	0.2997	0.2866	0.2369	0.241
Rwanda	0.2749	0.2941	0.253	0.2511	0.244
Cameroon	0.2722	0.2734	0.25	0.2561	0.27
Nigeria	0.2687	0.3063	0.2758	0.2485	0.225
Lao People's Democratic Republic	0.2637	0.2383	0.2421	0.2329	0.192
Bhutan	0.2598	0.3074	0.2941	0.159	0.157
Nepal	0.2568	0.2725	0.3021	0.2807	0.268
Sudan	0.2542	0.2186	0.237	0.2308	0.206
Vanuatu	0.2521	0.251	0.1664	0.1618	0.142
Solomon Islands	0.2445	0.2748	0.2669	0.27	0.284
Mauritania	0.2359	0.2028	0.1723	0.1696	0.161
Democratic Republic of the Congo	0.2357	0.2177	0.1707	0.1885	0
Malawi	0.2357	0.2878	0.2794	0.2697	0.233
Comoros	0.2327	0.1896	0.1974	0.1826	0.176
Mozambique	0.2288	0.2559	0.2448	0.2029	0.173

Timor-Leste	0.2273	0.2462	0.2512	0.0463	0.087
Senegal	0.2241	0.2531	0.2238	0.2328	0.201
Yemen	0.2154	0.2142	0.2125	0.1948	0.188
Togo	0.215	0.2191	0.2274	0.2309	0.231
Liberia	0.2133	0.217	0.0011	0.001	0
Gambia	0.2117	0.2253	0.1736	0.171	0.172
Afghanistan	0.2098	0.2048	0.149	0.1337	0.118
Haiti	0.2074	0.2097	0.1786	0.1739	0
Djibouti	0.2059	0.2279	0.2381	0.1967	0.179
Papua New Guinea	0.2043	0.2078	0.2539	0.2406	0.25
Ethiopia	0.2033	0.1857	0.136	0.1365	0.128
Benin	0.2017	0.186	0.2309	0.2204	0.235
Burundi	0.2014	0.1788	0.1643	0.1567	0.181
Eritrea	0.1859	0.1965	0.1849	0.1659	0
Mali	0.1815	0.1591	0.0925	0.0956	0.14
Sierra Leone	0.1697	0.1463	0.1639	0.172	0.126
Burkina Faso	0.1587	0.1542	0.1329	0.1819	0.135
Guinea-Bissau	0.1561	0.1521	0.1336	0.1392	0
Guinea	0.1426	0.1402	0.1396	0.1423	0.132
Central African Republic	0.1399	0.1412	0.1443	0.1341	0
Chad	0.1235	0.1047	0.1433	0.1399	0
Niger	0.1098	0.1142	0.0661	0.0623	0.06
Democratic People's Republic of Korea	0	0	0.0019	0.002	0
Kiribati	0	0	0.0084	0.0086	0
Marshall Islands	0	0	0.044	0.0447	0.038
Micronesia	0	0	0.0532	0.0456	0.526
Monaco	0	0	0.2404	0.197	0.189
Nauru	0	0	0.0357	0.0351	0.293
San Marino	0	0	0.311	0.2882	0.28
Somalia	0	0	0.0024	0.0341	0.049

## Додаток Е

Динаміка рівня електронної участі (E-Participation Index),  
2003–2010 рр.

CountryName	2010	2008	2005	2004	2003
Afghanistan	0.0571	0.0455	0.0159	0.0328	0.034
Albania	0.1286	0.0227	0.0317	0.0328	0.017
Algeria	0.0143	0.0227	0.0317	0.0328	0.052
Andorra	0.1429	0.0682	0.0317	0.0328	0.034
Angola	0.0714	0.1136	0.0317	0.0492	0.069
Antigua and Barbuda	0.1571	0.1364	0.0317	0	0
Argentina	0.2	0.4545	0.2698	0.2459	0.586
Armenia	0.0429	0.0455	0.0635	0.0328	0.052
Australia	0.9143	0.8864	0.7143	0.6721	0.621
Austria	0.5	0.4773	0.4127	0.4426	0.138
Azerbaijan	0.1714	0.25	0.0159	0.0164	0.017
Bahamas	0.0714	0.0455	0.0317	0.0328	0.052
Bahrain	0.6714	0.3409	0.0476	0.0492	0.052
Bangladesh	0.1	0.1364	0	0	0.017
Barbados	0.1	0.1364	0.0476	0.0328	0.034
Belarus	0.2429	0.0909	0.2698	0.2623	0.034
Belgium	0.5857	0.4091	0.5079	0.6066	0.293
Belize	0.1	0.1136	0.0159	0.0164	0.017
Benin	0.0714	0.1136	0.0159	0.0164	0.034
Bhutan	0.0714	0.5	0.0476	0	0.017
Bolivia	0.2	0.4091	0.0794	0.1475	0.397
Bosnia and Herzegovina	0.0429	0.0909	0.0159	0.0164	0.034
Botswana	0.1	0.2955	0.0476	0.0164	0.017
Brazil	0.2857	0.4545	0.4921	0.2459	0.379
Brunei Darussalam	0.1714	0.0909	0.0317	0.0328	0.017
Bulgaria	0.3	0.0455	0.254	0.2131	0.138
Burkina Faso	0.0571	0.2045	0.0159	0.0328	0
Burundi	0.0143	0.0455	0	0	0
Cambodia	0.1143	0.2273	0.1746	0.1475	0.138
Cameroon	0.1571	0.1591	0.0317	0.0492	0.052
Canada	0.7286	0.6136	0.873	0.9016	0.828
Cape Verde	0.1714	0.1591	0.0794	0.1148	0.069
Chad	0.0571	0	0	0	0
Chile	0.3429	0.1818	0.5873	0.6066	0.828
China	0.3714	0.4773	0.1905	0.082	0.069
Colombia	0.4429	0.4318	0.5873	0.623	0.155
Comoros	0.0571	0.0682	0.0159	0.0656	0.086
Congo	0.1571	0.1818	0.0317	0.0656	0
Costa Rica	0.2	0.3636	0.0476	0.0656	0.086

Côte d'Ivoire	0.1714	0.0909	0.0159	0	0
Croatia	0.4571	0.1364	0.1746	0.1967	0.241
Cuba	0.1143	0.0909	0.0159	0.0164	0.052
Cyprus	0.4857	0.0909	0.0794	0.0656	0.017
Czech Republic	0.1286	0.2045	0.2063	0.2131	0.241
Democratic People's Republic of Korea	0	0	0	0	0
Democratic Republic of the Congo	0.0143	0	0	0	0
Denmark	0.6429	0.9318	0.7619	0.7377	0.448
Djibouti	0.0286	0.0227	0.0159	0	0
Dominica	0.0286	0	0	0	0
Dominican Republic	0.1857	0.3182	0.0635	0.1475	0.397
Ecuador	0.1571	0.1136	0.0635	0.0492	0.069
Egypt	0.2857	0.25	0.0794	0.0164	0.017
El Salvador	0.0714	0.3864	0.1587	0.2459	0.328
Equatorial Guinea	0.0857	0	0	0	0
Eritrea	0.0286	0.0455	0.0317	0	0
Estonia	0.6857	0.7273	0.619	0.6393	0.759
Ethiopia	0.0429	0	0	0	0.034
Fiji	0.0286	0.0682	0.0159	0.0328	0.052
Finland	0.4143	0.2727	0.5556	0.5738	0.448
France	0.6	0.9318	0.4127	0.459	0.638
Gabon	0.0286	0.0455	0	0	0
Gambia	0.0143	0.0227	0.0476	0.0492	0.017
Georgia	0.0571	0.0455	0.0159	0.0164	0.017
Germany	0.6143	0.1591	0.5556	0.5902	0.534
Ghana	0.0857	0.2045	0.0317	0.0328	0.034
Greece	0.2571	0.0909	0.1587	0.1148	0.086
Grenada	0.1429	0	0	0	0
Guatemala	0.3143	0.0455	0.2698	0.0656	0.086
Guinea	0.0286	0.0455	0	0	0
Guinea-Bissau	0.0714	0	0	0	0
Guyana	0.0857	0.0682	0.0317	0.0492	0.052
Haiti	0	0.0227	0	0	0
Honduras	0.1286	0.2727	0.2698	0.2623	0.034
Hungary	0.3143	0.2045	0.381	0.3934	0.293
Iceland	0.0429	0.0682	0.127	0.1148	0.086
India	0.2	0.25	0.1587	0.1311	0.259
Indonesia	0.1286	0.0455	0.2857	0.2623	0.259
Iran (Islamic Republic )	0.0714	0.0909	0.0317	0.0328	0.034
Iraq	0.0429	0.2045	0	0.0328	0
Ireland	0.4429	0.25	0.1905	0.2295	0.586

Israel	0.4143	0.3182	0.3175	0.2787	0.397
Italy	0.2143	0.2273	0.2381	0.2295	0.466
Jamaica	0.0857	0.1136	0.0952	0.0492	0.155
Japan	0.7571	0.6136	0.4603	0.2787	0.431
Jordan	0.2857	0.5455	0.0476	0.0492	0.172
Kazakhstan	0.5571	0.0909	0.2063	0.1311	0.103
Kenya	0.2286	0.0455	0.0317	0.0656	0
Kiribati	0.0143	0.0227	0	0	0
Kuwait	0.2286	0.0682	0	0.0164	0.017
Kyrgyzstan	0.4286	0.1364	0.1587	0.2131	0.034
Lao People's Democratic Republic	0.1286	0	0	0	0
Latvia	0.2714	0.2273	0.1746	0.1639	0.086
Lebanon	0.2714	0.4091	0.1111	0.082	0.086
Lesotho	0.0857	0.0909	0.0159	0.0164	0.034
Liberia	0.0286	0.0682	0	0	0
Libyan Arab Jamahiriya	0.1714	0.2045	0	0	0
Liechtenstein	0.1286	0.1364	0.0794	0.0984	0.069
Lithuania	0.5286	0.4773	0.1111	0.082	0.103
Luxembourg	0.1714	0.6136	0.1429	0.1475	0.293
Madagascar	0.0571	0.1364	0.0476	0.082	0.19
Malawi	0	0.0227	0.0159	0.0164	0.017
Malaysia	0.6571	0.2955	0.1746	0.1148	0.121
Maldives	0.0714	0.0227	0.0317	0.0328	0.034
Mali	0.1143	0.0909	0	0	0.017
Malta	0.3429	0.3864	0.4762	0.459	0.345
Marshall Islands	0.0286	0	0	0.0164	0.017
Mauritania	0.1143	0.1136	0.0317	0.0328	0.034
Mauritius	0.0571	0.1136	0.127	0.1475	0.086
Mexico	0.3714	0.75	0.7619	0.7705	0.603
Micronesia (Federated States)	0.0143	0.0227	0	0	0.017
Monaco	0.0286	0.0909	0.0317	0.0328	0.017
Mongolia	0.4286	0.2727	0.254	0.2459	0.379
Montenegro	0.1571	0.0909	0.0909	0.0909	0
Morocco	0.1286	0	0.0317	0.0328	0.138
Mozambique	0.1143	0.4318	0.3333	0.0328	0.086
Myanmar	0	0	0.0476	0.0328	0
Namibia	0.0143	0.0455	0	0	0.017
Nauru	0.0143	0	0	0	0.017
Nepal	0.0571	0.0227	0.0794	0.0656	0.138
Netherlands	0.6	0.5227	0.6984	0.8033	0.638
New Zealand	0.7714	0.7955	0.7937	0.7705	0.69

Nicaragua	0.3	0	0.1111	0.0984	0.31
Niger	0.1	0.1136	0	0	0
Nigeria	0.0143	0.0682	0.0794	0.0656	0.207
Norway	0.5	0.5227	0.3968	0.3607	0.345
Oman	0.1571	0.2045	0.0159	0	0.259
Pakistan	0.1714	0.0909	0.127	0.1639	0.155
Palau	0.0143	0.0682	0	0	0
Panama	0	0.1136	0.2698	0.2787	0.362
Papua New Guinea	0.0143	0.0455	0.0317	0.0164	0
Paraguay	0.0143	0.0682	0.0159	0.0164	0.224
Peru	0.1714	0.1364	0.2698	0.2131	0.138
Philippines	0.1857	0.2727	0.4762	0.3607	0.672
Poland	0.2429	0.2273	0.3492	0.3115	0.397
Portugal	0.2714	0.25	0.2063	0.2131	0.448
Qatar	0.1286	0.1818	0.0476	0.0164	0
Republic of Korea	1	0.9773	0.873	0.7705	0.483
Republic of Moldova	0.2	0.0682	0	0.0164	0.034
Romania	0.1857	0.0455	0.3175	0.2131	0.052
Russian Federation	0.1286	0.0909	0.1429	0.2131	0.052
Rwanda	0.0286	0.0909	0.0159	0.0164	0.017
Saint Kitts and Nevis	0.0143	0.1591	0.0635	0.0164	0.034
Saint Lucia	0.0286	0.0682	0.0476	0.0492	0.086
Saint Vincent and the Grenadines	0.0143	0.0682	0.0794	0.0164	0
Samoa	0.0143	0.0682	0.0159	0.0164	0.017
San Marino	0.0143	0.0227	0.0159	0.0164	0.017
Sao Tome and Principe	0.0143	0.0682	0	0	0
Saudi Arabia	0.1	0.3182	0.0635	0.0492	0.034
Senegal	0.0143	0.2045	0.0317	0.082	0.086
Serbia	0.0429	0.0682	0.0476	0.0328	0.034
Seychelles	0.0429	0.1136	0.0476	0.0492	0.069
Sierra Leone	0	0.0227	0.0635	0.0492	0
Singapore	0.6857	0.6364	0.9841	0.8361	0.466
Slovakia	0.0714	0.0682	0.1746	0.1475	0.172
Slovenia	0.5143	0.2273	0.2222	0.2131	0.31
Solomon Islands	0.0143	0.0227	0	0	0
South Africa	0.1857	0.25	0.3016	0.0984	0.259
Spain	0.8286	0.3636	0.0794	0.0328	0.155
Sri Lanka	0.1429	0.0682	0.0476	0.0328	0.293
Sudan	0.1	0.2045	0.0317	0.0328	0.121
Swaziland	0	0.1136	0.0317	0.0328	0
Sweden	0.4857	0.6591	0.5714	0.5738	0.586
Switzerland	0.2	0.4091	0.4286	0.2951	0.466

Syrian Arab Republic	0.0143	0.0455	0	0	0
Tajikistan	0.0286	0	0	0	0
Thailand	0.0857	0.2955	0.254	0.2131	0.103
The former Yugoslav Republic of Macedonia	0.2143	0.0227	0.127	0.1311	0.19
Timor-Leste	0.0143	0	0.0159	0.0164	0.086
Togo	0.1	0.2045	0	0	0.017
Tonga	0.0143	0.0455	0.0159	0	0
Trinidad and Tobago	0.1286	0.2045	0.0794	0.082	0.207
Tunisia	0.3	0.0227	0	0.0164	0.017
Turkey	0.2143	0.1364	0.2857	0.2951	0.207
Turkmenistan	0	0.0227	0	0.0164	0.017
Uganda	0.0714	0.0909	0.0476	0.0328	0.034
Ukraine	0.2571	0.5682	0.3651	0.3443	0.397
United Arab Emirates	0.1286	0.2955	0.127	0.0492	0.172
United Kingdom	0.7714	0.4318	1	1	1
United Republic of Tanzania	0.0429	0.0227	0.0317	0.0164	0.017
United States of America	0.7571	1	0.9048	0.9344	0.966
Uruguay	0.2571	0.0682	0.0635	0.0656	0.069
Uzbekistan	0.3143	0.0909	0.0317	0.0164	0
Vanuatu	0.0143	0.0227	0.0159	0.0164	0.034
Venezuela	0.1429	0.3409	0.4286	0.2787	0.155
Viet Nam	0.0857	0.5227	0.127	0.0164	0.017
Yemen	0.0429	0	0	0.0328	0.034
Zimbabwe	0.0286	0	0	0	0.052

## Додаток Є

## Оцінка параметрів виробничої функції Кобба–Дугласа

Вихідні дані				Розрахункові значення		Результати моделювання	
t=X	Y факт	L	K	ln (Y/L)	ln (K/L)	Y прогноз	Y модель
1930	91 200	39 532	53 778	0.836	0.308	0.3013	53431
1931	76 500	40 915	60 072	0.626	0.384	0.3715	59324
1932	58 700	42 633	73 898	0.320	0.550	0.4633	67758
1933	56 400	41 845	74 514	0.298	0.577	0.5217	70505
1934	66 000	39 386	74 128	0.516	0.632	0.5869	70834
1935	73 300	42 968	88 164	0.534	0.719	0.6596	83100
1936	83 800	42 743	81 851	0.673	0.650	0.6949	85640
1937	91 900	44 579	88 813	0.723	0.689	0.7564	94977
1938	86 100	44 771	86 686	0.654	0.661	0.8014	99784
1939	92 200	49 471	95 557	0.623	0.658	0.8528	116069
1940	101 400	50 136	97 431	0.704	0.664	0.9062	124079
1941	126 400	53 195	111 236	0.865	0.738	0.9757	141128
1942	161 900	56 357	113 567	1.055	0.701	1.0187	156093
1943	198 600	58 560	119 833	1.221	0.716	1.0744	171471
1944	219 800	57 174	112 276	1.347	0.675	1.1164	174600
1945	223 000	61 035	120 768	1.296	0.682	1.1701	196682
1946	222 200	64 236	133 239	1.241	0.730	1.2334	220513
1947	244 100	66 046	139 594	1.307	0.748	1.2898	239891
1948	269 100	61 985	124 407	1.468	0.697	1.3293	234214
1949	267 200	66 563	144 029	1.390	0.772	1.3993	269744
1950	293 700	68 831	145 971	1.451	0.752	1.4464	292386
1951	339 300	70 102	153 217	1.577	0.782	1.5056	315936
1952	358 300	72 786	155 898	1.594	0.762	1.5527	343842
1953	379 300	73 889	167 904	1.636	0.821	1.6188	372915
1954	380 400	71 210	150 029	1.676	0.745	1.6526	371737
1955	414 700	70 895	153 573	1.766	0.773	1.7112	392427
1956	437 400	78 007	181 178	1.724	0.843	1.7798	462485
1957	461 100	79 459	170 961	1.758	0.766	1.8134	487172
1958	467 200	78 283	183 374	1.786	0.851	1.8857	515967
1959	506 600	75 422	192 208	1.905	0.935	1.9579	534310
1960	526 400	76 336	196 262	1.931	0.944	2.0119	570816
1961	544 800	68 167	182 617	2.078	0.985	2.0737	542227
1962	585 700	74 269	188 741	2.065	0.933	2.1130	614420
1963	617 800	81 994	209 628	2.020	0.939	2.1664	715514
1964	663 600	79 197	217 853	2.126	1.012	2.2359	740847
1965	719 100	82 429	223 531	2.166	0.998	2.2844	809400
1966	787 700	86 127	229 674	2.213	0.981	2.3323	887207
1967	832 400	86 508	241 562	2.264	1.027	2.3952	949064

1968	909 800	87 083	247 105	2.346	1.043	2.4510	1010181
1969	984 400	89 467	265 545	2.398	1.088	2.5137	1105016
1970	1 038 300	81 854	244 430	2.540	1.094	2.5671	1066426
1971	1 126 800	72 386	224 878	2.745	1.134	2.6286	1002817
1972	1 237 900	62 069	184 815	2.993	1.091	2.6703	896537
1973	1 382 300	61 248	171 212	3.117	1.028	2.7071	917811
1974	1 499 500	62 366	187 276	3.180	1.100	2.7762	1001442
1975	1 637 700	66 023	209 962	3.211	1.157	2.8419	1132156
1976	1 824 600	73 426	234 235	3.213	1.160	2.8946	1327205
1977	2 030 100	77 568	254 890	3.265	1.190	2.9536	1487346
1978	2 293 800	70 460	217 606	3.483	1.128	2.9906	1402021
1979	2 562 200	75 131	221 746	3.529	1.082	3.0317	1557595
1980	2 788 100	79 694	288 757	3.555	1.287	3.1328	1828096
1981	3 126 800	89 276	250 238	3.556	1.031	3.1231	2028105
1982	3 253 200	97 056	266 469	3.512	1.010	3.1701	2310841
1983	3 534 600	101 633	266 154	3.549	0.963	3.2107	2520029
1984	3 930 900	100 124	269 520	3.670	0.990	3.2692	2632272
1985	4 217 500	94 920	263 098	3.794	1.019	3.3281	2646994
1986	4 460 100	96 671	252 357	3.832	0.960	3.3657	2798919
1987	4 736 400	100 072	262 536	3.857	0.964	3.4188	3055457
1988	5 100 400	101 304	285 700	3.919	1.037	3.4881	3314995
1989	5 482 100	96 784	277 522	4.037	1.053	3.5440	3349212
1990	5 800 500	100 352	307 946	4.057	1.121	3.6122	3717824
1991	5 992 100	104 801	322 436	4.046	1.124	3.6648	4092145
1992	6 342 300	106 168	334 878	4.090	1.149	3.7227	4392658
1993	6 667 400	109 195	350 110	4.112	1.165	3.7785	4777437
1994	7 085 200	104 477	346 097	4.217	1.198	3.8383	4852527
1995	7 414 700	109 878	374 905	4.212	1.227	3.8973	5413660
1996	7 838 500	113 141	378 491	4.238	1.208	3.9445	5843766
1997	8 332 400	112 383	397 780	4.306	1.264	4.0100	6197395
1998	8 793 500	109 068	378 387	4.390	1.244	4.0571	6304747
1999	9 353 500	114 445	393 440	4.403	1.235	4.1068	6952941
2000	9 951 500	142 267	357 520	4.248	0.921	4.0835	8444080
2001	10 286 200	143 800	368 751	4.270	0.942	4.1403	9033712
2002	10 642 300	143 883	379 069	4.304	0.969	4.1987	9582656
2003	11 142 100	145 937	389 521	4.335	0.982	4.2538	10269554
2004	11 867 800	146 842	400 516	4.392	1.003	4.3109	10940721
2005	12 638 400	148 029	411 387	4.447	1.022	4.3673	11669361
2006	13 398 900	150 201	423 105	4.491	1.036	4.4225	12512221
2007	14 077 600	153 117	433 653	4.521	1.041	4.4757	13452383
2008	14 441 400	154 048	441 513	4.541	1.053	4.5305	14296324
2009	14 258 200	154 140	445 153	4.527	1.061	4.5842	15094861

Матриця коефіцієнтів кореляції			
	X1	X2	Y
X1	1	0.821149	0.833087
X2	0.821149	1	0.989555
Y	0.833087	0.989555	1

Зворотна матриця		Коефіцієнти ВФ				
	X1	X2	b1	0.240107	alfa	0.240107
X1	3.070169	-2.52107	b2	0.051927	beta	0.051927
X2	-2.52107	3.070169	a	-99.9913	gama	3.75E-44
R	0.984613					
R^2	0.969463					

### Дрейф параметрів виробничої функції Кобба–Дугласа

Періоди		Параметри			Статистики		
з	до	$\alpha$	$\beta$	A	R	R <sup>2</sup>	F-стат
1930	1939	-1.430	0.062	4.176	0.732	0.535	2.750
1931	1940	-0.635	0.047	2.640	0.862	0.743	3.517
1932	1941	1.241	0.035	0.807	0.973	0.946	25.007
1933	1942	1.132	0.049	0.921	0.955	0.912	17.475
1934	1943	0.935	0.060	1.140	0.953	0.907	12.910
1935	1944	0.604	0.081	1.570	0.959	0.919	15.332
1936	1945	0.170	0.086	2.293	0.968	0.937	17.409
1937	1946	0.131	0.087	2.493	0.950	0.903	19.197
1938	1947	-1.125	0.098	6.391	0.952	0.906	23.188
1939	1948	-0.702	0.092	5.150	0.950	0.902	21.173
1940	1949	-1.737	0.081	11.628	0.956	0.915	16.230
1941	1950	-2.713	0.066	25.486	0.979	0.959	39.863
1942	1951	-1.722	0.059	13.451	0.966	0.933	22.608
1943	1952	-1.476	0.053	11.947	0.971	0.943	22.291
1944	1953	-1.600	0.062	13.921	0.974	0.948	24.391
1945	1954	-0.779	0.056	7.844	0.982	0.964	51.491
1946	1955	-0.616	0.058	7.324	0.986	0.971	70.957
1947	1956	-0.790	0.054	8.839	0.984	0.969	57.794
1948	1957	-0.382	0.044	6.731	0.978	0.957	33.772
1949	1958	-0.295	0.044	6.525	0.978	0.956	37.151
1950	1959	0.127	0.039	4.910	0.976	0.953	40.602
1951	1960	0.231	0.034	4.713	0.980	0.960	55.849
1952	1961	0.430	0.036	4.173	0.956	0.914	40.416
1953	1962	0.345	0.041	4.678	0.958	0.919	42.083
1954	1963	0.542	0.032	4.066	0.957	0.917	33.446
1955	1964	0.563	0.033	4.114	0.964	0.929	35.711
1956	1965	0.673	0.036	3.826	0.981	0.962	71.026
1957	1966	0.644	0.036	4.090	0.985	0.970	67.942

1958	1967	1.017	0.033	2.955	0.989	0.979	77.626
1959	1968	0.961	0.034	3.237	0.990	0.981	66.680
1960	1969	0.956	0.033	3.368	0.992	0.985	73.773
1961	1970	1.259	0.032	2.598	0.982	0.964	55.555
1962	1971	1.362	0.042	2.460	0.953	0.907	42.663
1963	1972	-0.961	0.112	30.942	0.903	0.816	34.570
1964	1973	-1.386	0.126	55.137	0.931	0.866	47.987
1965	1974	-1.623	0.142	81.074	0.967	0.935	110.441
1966	1975	-1.570	0.148	87.924	0.981	0.963	208.188
1967	1976	-1.695	0.143	113.743	0.966	0.934	106.990
1968	1977	-2.051	0.138	190.893	0.969	0.939	69.022
1969	1978	-1.889	0.125	179.001	0.976	0.953	60.782
1970	1979	-1.158	0.101	86.662	0.978	0.956	46.968
1971	1980	-0.806	0.090	65.226	0.986	0.972	76.924
1972	1981	-0.113	0.066	31.664	0.983	0.967	51.639
1973	1982	0.136	0.055	25.107	0.974	0.949	23.819
1974	1983	0.299	0.054	21.857	0.975	0.950	17.045
1975	1984	0.350	0.056	21.818	0.978	0.956	17.002
1976	1985	0.387	0.060	22.355	0.975	0.951	17.784
1977	1986	0.335	0.057	25.307	0.973	0.947	17.248
1978	1987	0.374	0.051	25.907	0.975	0.950	21.020
1979	1988	0.385	0.055	26.877	0.980	0.961	31.114
1980	1989	0.476	0.065	25.892	0.988	0.975	84.617
1981	1990	0.277	0.062	33.557	0.985	0.971	83.503
1982	1991	-0.289	0.069	62.955	0.979	0.958	79.443
1983	1992	-0.322	0.064	69.128	0.974	0.948	51.625
1984	1993	-0.126	0.050	59.454	0.978	0.956	49.266
1985	1994	0.252	0.038	41.669	0.983	0.967	67.145
1986	1995	0.863	0.017	21.964	0.986	0.971	71.391
1987	1996	0.706	0.021	26.731	0.986	0.972	62.949
1988	1997	0.381	0.029	39.916	0.987	0.974	57.444
1989	1998	-0.477	0.048	114.485	0.982	0.964	52.924
1990	1999	0.017	0.042	66.289	0.987	0.974	79.683
1991	2000	0.552	0.037	36.019	0.990	0.981	90.676
1992	2001	0.604	0.037	35.026	0.990	0.981	61.877
1993	2002	0.636	0.037	34.894	0.988	0.977	37.663
1994	2003	0.598	0.033	37.615	0.987	0.974	19.929
1995	2004	0.625	0.035	37.628	0.988	0.977	23.773
1996	2005	0.609	0.032	39.661	0.991	0.982	30.952
1997	2006	0.614	0.031	40.893	0.993	0.987	49.887
1998	2007	0.674	0.030	39.787	0.997	0.994	190.742
1999	2008	0.651	0.029	41.875	0.997	0.994	244.754
2000	2009	1.454	0.014	19.105	0.991	0.982	130.755

## Додаток Ж

## Дані для кластеризації країн за масштабом, 2014 р.

Країна	ВВП	Населення	Площа
Австралія	1000	24154000	7686850
Австрія	361	8507786	83858
Азербайджан	103	9477100	86600
Албанія	27	2831741	28748
Алжир	286	39928947	2381740
Ангола	130	22137261	1246700
Аргентина	778	42669500	2780400
Вірменія	20	3105549	29741
Афганістан	35	31280518	647500
Бангладеш	325	156850130	144000
Барбадос	7	286066	430
Бахрейн	41	1234571	701
Білорусь	149	9469200	207600
Бельгія	423	11203992	32545
Бенін	17	10599510	112620
Болгарія	105	7245677	110910
Болівія	59	10847664	1098580
Ботсвана	34	2038587	581730
Бразилія	2423	201018152	8514877
Бруней	22	423205	5770
Буркіна-Фасо	27	17419615	274200
Бурунді	6	10482752	27830
Бутан	5	765552	47000
Вануату	1	258301	12200
Велика Британія	2391	64308261	244820
Венесуела	408	30218000	912050
В'єтнам	360	89708900	329560
Габон	30	1711294	267667
Гаїті	14	10461409	27750
Гайана	7	735554	214970
Гамбія	4	1908954	11300
Гана	89	26442178	238540
Гватемала	82	15859714	108890
Гвінея-Бісау	2	1745798	36120
Гондурас	39	7466000	112090
Греція	266	10992589	131940
Грузія	28	4490500	69700
Данія	212	5627235	43094
Еквадор	159	15033000	283560
Еритрея	4	6536176	121320

Естонія	30	1315819	45226
Ефіопія	121	87952991	1127127
Єгипет	554	85577000	1001450
Ємен	62	24968508	527970
Замбія	26	15021002	752614
Зімбабве	10	14599325	390580
Ізраїль	274	8132000	22072
Індія	5069	1258594000	3287590
Індонезія	1293	252812245	1904556
Йорданія	40	6610000	89400
Ірак	257	34768761	437072
Іран	946	77549005	1648000
Ісландія	13	325671	103000
Іспанія	1391	46507760	504782
Італія	1808	60782668	301340
Кабо-Верде	2	503637	4033
Казахстан	247	17284850	2724902
Камбоджа	40	15408270	181040
Канада	1526	34159000	9984670
Катар	200	1699435	11437
Кенія	80	45545980	582650
Кіпр	22	858000	9250
Киргизія	15	5654800	198500
Кірібаті	1	103942	717
КНР	13395	23367320	9572900
Колумбія	528	47713000	1138910
Кувейт	154	3479371	17820
Лаос	21	6348800	236800
Латвія	39	1996500	64589
Лесото	4	2097511	30355
Ліберія	3	4190000	111370
Ліван	66	4965914	10452
Лівія	70	6253452	1759540
Литва	68	2939431	65200
Люксембург	43	549680	2586
Маврикій	21	1295789	2040
Мавританія	8	3890000	1030700
Мадагаскар	22	23571962	587040
Македонія	23	228070	25333
Малаві	15	16829144	118480
Малайзія	526	29577175	329750
Малі	19	15768227	1240000
Мальдіви	3	351572	298

Мальта	12	425384	316
Марокко	179	33328000	446550
Маршалові острови	0	52772	181
Мексика	1843	119713203	1972550
Мозамбік	28	26472977	801590
Молдавія	13	3559500	33843
Монголія	17	2736800	1566600
М'янма	113	53718958	678500
Намібія	18	2347988	825418
Непал	42	28120740	140800
Нігер	14	18534802	1267000
Нігерія	479	178516904	923768
Нідерланди	701	16892650	41526
Нікарагуа	28	6071045	129494
Німеччина	3233	80780000	357021
Норвегія	280	5150600	324220
ОАЕ	272	4800250	82880
Оман	95	2773479	309500
Пакистан	575	187325527	803940
Палау	0	21097	458
Панама	62	3405813	78200
Парагвай	46	6672631	406750
ПАР	597	52981991	1219912
Перу	344	30475144	1285220
Польща	817	38495659	312685
Португалія	245	10427301	92082
Росія	2556	146097100	17125187
Руанда	16	10537222	26338
Румунія	285	19942642	237500
Сальвадор	48	6383752	21040
Самоа	1	191831	2860
Сан-Марино	1	31637	61
Сан-Томе	0	197882	1001
Свазіленд	7	1267704	17363
Сейшельські острови	2	93306	455
Сенегал	28	14548171	196190
Сент-Вінсент і Гренадини	1	109371	389
Сент-Кітс і Невіс	1	54789	261
Сент-Люсія	2	183598	620
Сербія	81	9468378	88361
Сінгапур	349	5312400	714
Словаччина	133	5412008	48845
Словенія	57	2073270	20253

Соломонові острови	2	572865	28450
Судан	91	38764090	1886068
Суринам	7	543925	163820
США	16800	318613000	9519431
Сьєрра-Леоне	9	6205382	71740
Таджикистан	19	8205400	143100
Таїланд	674	70498494	514000
Танзанія	79	50757459	948087
Того	7	6191155	56785
Тонга	1	105782	748
Тринідад і Тобаго	28	1317714	5128
Туніс	108	10886500	163610
Туркменія	54	5307171	491200
Туреччина	1174	76667864	780580
Уганда	55	38844624	236040
Угорщина	198	9879000	93030
Узбекистан	114	30488600	447400
Україна	337	42818239	576604
Уругвай	57	3203792	176220
Фіджі	4	887027	18270
Філіппіни	456	100134223	299764
Фінляндія	194	5466400	337030
Франція	2278	63928608	547030
Хорватія	78	4246700	56542
ЦАР	3	4709203	622984
Чад	28	13211146	1284000
Чорногорія	7	624335	14026
Чехія	286	10512419	78866
Чилі	335	17783000	756950
Швейцарія	372	8136689	41290
Швеція	397	9644864	449964
Шрі-Ланка	136	21445775	65610
Ямайка	25	2705800	10990
Японія	4699	127130000	377835

## Додаток 3

## Оцінка параметрів макрогенерацій

## США

$\tau = \{4.65; 20.00; 40.78; 53.35; 63.77\}$ ,  $A = \{0.60; 1.00; 4.90; 7.84; 12.34\}$ ,  $\mu = \{0.48; 3.00; 3.00; 3.00; 3.00\}$ ,  $\sigma = \{0.25; 0.52; 0.50; 0.48; 0.42\}$

$T = \{1970; 1983; 1993\}$

1926; 1950; 1970; 1983; 1993

Lognorm\_free\_usa.nb \*

```
y = {0.002419187, 0.0013973, 0.000159889, 0, 0.000667362, 0.001174835, 0.001904762, 0.002467848,
0.002064651, 0.002488704, 0.003128259, 0.00486618, 0.007334029, 0.009885297, 0.011359055,
0.011581509, 0.011525895, 0.013048314, 0.014786236, 0.014654154, 0.01649635, 0.019666319,
0.020987139, 0.022446993, 0.022523462, 0.02490789, 0.026485923, 0.028133472, 0.028557525,
0.031296489, 0.032672923, 0.033952033, 0.036795273, 0.039026764, 0.042210636, 0.046068822,
0.050837678, 0.053945082, 0.059325686, 0.064511644, 0.068258603, 0.074410845, 0.082134168,
0.092172402, 0.100319778, 0.109927007, 0.122919708, 0.137205422, 0.155537018, 0.174195342,
0.189899201, 0.21344456, 0.222231491, 0.241793535, 0.269343066, 0.289266597, 0.306131387,
0.325338895, 0.350643031, 0.377177616, 0.399311783, 0.412631213, 0.436976017, 0.459575947,
0.48862009, 0.511525895, 0.540987139, 0.575321515, 0.607375739, 0.646305179, 0.68787626,
0.711143552, 0.735898505, 0.770643031, 0.821091415, 0.874661105, 0.927528676, 0.974709767,
1, 0.987264512};
```

$$s1[x_, t1_, A1_, mu1_, sigma1_] := \text{If}[x + t1 > 0, \frac{A1}{x + t1} + e^{-\frac{(\text{Log}[x + t1] - \mu1)^2}{2 \cdot \sigma1^2}}, 0]$$

$$s2[x_, t2_, A2_, mu2_, sigma2_] := \text{If}[x - t2 > 0, \frac{A2}{x - t2} + e^{-\frac{(\text{Log}[x - t2] - \mu2)^2}{2 \cdot \sigma2^2}}, 0]$$

$$s3[x_, t3_, A3_, mu3_, sigma3_] := \text{If}[x - t3 > 0, \frac{A3}{x - t3} + e^{-\frac{(\text{Log}[x - t3] - \mu3)^2}{2 \cdot \sigma3^2}}, 0]$$

$$s4[x_, t4_, A4_, mu4_, sigma4_] := \text{If}[x - t4 > 0, \frac{A4}{x - t4} + e^{-\frac{(\text{Log}[x - t4] - \mu4)^2}{2 \cdot \sigma4^2}}, 0]$$

$$s5[x_, t5_, A5_, mu5_, sigma5_] := \text{If}[x - t5 > 0, \frac{A5}{x - t5} + e^{-\frac{(\text{Log}[x - t5] - \mu5)^2}{2 \cdot \sigma5^2}}, 0]$$

```
f[x_, t1_, t2_, t3_, t4_, t5_, A1_, A2_, A3_, A4_, A5_, mu1_, mu2_, mu3_, mu4_, mu5_, sigma1_,
sigma2_, sigma3_, sigma4_, sigma5_] :=
```

```
s1[x, t1, A1, mu1, sigma1] + s2[x, t2, A2, mu2, sigma2] + s3[x, t3, A3, mu3, sigma3] +
s4[x, t4, A4, mu4, sigma4] + s5[x, t5, A5, mu5, sigma5];
```

```
w[t1_, t2_, t3_, t4_, t5_, A1_, A2_, A3_, A4_, A5_, mu1_, mu2_, mu3_, mu4_, mu5_, sigma1_,
sigma2_, sigma3_, sigma4_, sigma5_] :=
```

```
Sum[(f[j], t1, t2, t3, t4, t5, A1, A2, A3, A4, A5, mu1, mu2, mu3, mu4, mu5, sigma1, sigma2,
sigma3, sigma4, sigma5] - y[[j]])^2,
```

```
Minimize[{w[t1, t2, t3, t4, t5, A1, A2, A3, A4, A5, mu1, mu2, mu3, mu4, mu5, sigma1,
```

```
sigma2, sigma3, sigma4, sigma5], t1 > 2, 15 < t2 < 20, 20 < t3 < 45, 45 < t4 < 60, 60 < t5 < 70,
```

```
0 < A1 < 1, 0 < A2 < 1, 0 < A3 < 10, 0 < A4 < 15, 0 < A5 < 15, 0 < mu1 < 3, 0 < mu2 < 3, 0 < mu3 < 3,
```

```
0 < mu4 < 3, 0 < mu5 < 3, 0.2 < sigma1 < 1.5, 0.2 < sigma2 < 1.5, 0.2 < sigma3 < 1.5, 0.2 < sigma4 < 1.5,
```

```
0.2 < sigma5 < 1.5}, {t1, t2, t3, t4, t5, A1, A2, A3, A4, A5, mu1, mu2, mu3, mu4, mu5,
```

```
sigma1, sigma2, sigma3, sigma4, sigma5}]
```

```
{0.0473087, {t1 -> 4.64965, t2 -> 20., t3 -> 40.7842, t4 -> 53.3527, t5 -> 63.7743, A1 -> 0.606739, A2 -> 1.,
```

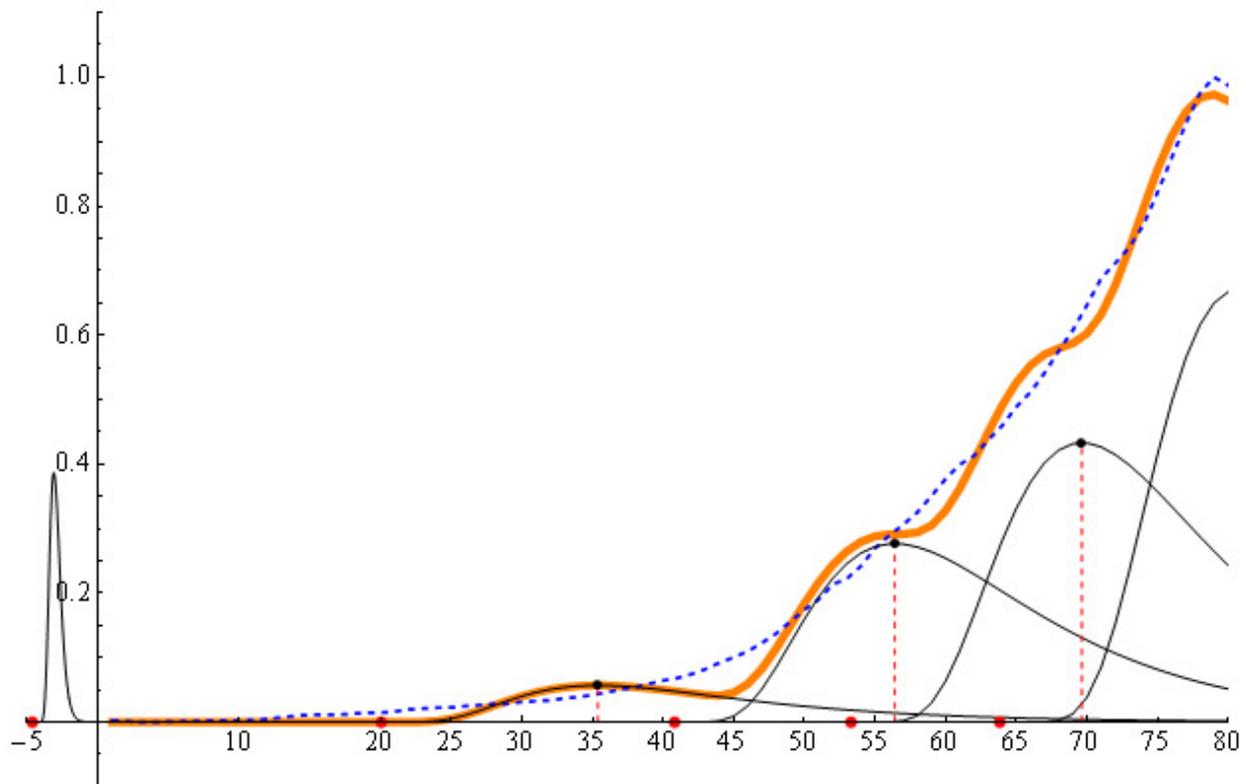
```
A3 -> 4.90145, A4 -> 7.83825, A5 -> 12.3381, mu1 -> 0.481045, mu2 -> 3., mu3 -> 3., mu4 -> 3., mu5 -> 3.,
```

```
sigma1 -> 0.246856, sigma2 -> 0.516501, sigma3 -> 0.501879, sigma4 -> 0.457362, sigma5 -> 0.416954}}
```

```

ymod = Table[f[i, 4.649652511230641`, 19.99999979663002`, 40.784204019055345`, 53.35272693438121`,
63.77425522643694`, 0.6067386688102758`, 1., 4.901449647603108`, 7.838250030537226`,
12.33814416729993`, 0.48104493784463076`, 3., 3., 3., 3., 0.2468560770191925`,
0.516501425337077`, 0.501878725731923`, 0.4573623213562539`, 0.4169539224898653`], {i, 1, 80}];
yfact = Table[y[[i]], {i, 1, 80, 1}];
y2 = Table[s2[i, 19.99999979663002`, 1., 3, 0.516501425337077`], {i, 1, 80}];
y3 = Table[s3[i, 40.784204019055345`, 4.901449647603108`, 3, 0.501878725731923`], {i, 1, 80}];
y4 = Table[s4[i, 53.35272693438121`, 7.838250030537226`, 3, 0.4573623213562539`], {i, 1, 80}];
y5 = Table[s5[i, 63.77425522643694`, 12.33814416729993`, 3, 0.4169539224898653`], {i, 1, 80}];
Show[ListLinePlot[{ymod, yfact, y2, y3, y4, y5},
PlotStyle -> {Directive[Thick, Orange, Thickness[0.007]], Directive[Thick, Dashed, Blue],
Black, Black, Black, Black}, PlotRange -> {{-5, 80}, {-0.1, 1.1}}, TicksStyle -> 16,
AspectRatio -> 0.65, Ticks -> {{-5, 0, 10, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80}, Automatic}],
ListPlot[{{-4.64, 0}, {20, 0}, {40.78, 0}, {53.35, 0}, {63.77, 0}},
PlotStyle -> Directive[PointSize[.01], Red]],
ListPlot[{{35.3824766191878`, 0.056891283532148396`}, {56.397281344864794`, 0.27678123098478535`},
{69.64709844287884`, 0.4332699715267894`}], PlotStyle -> Directive[PointSize[.008], Black],
Filling -> Axis, FillingStyle -> Directive[Dashed, Red]],
Plot[s1[x, 4.64965251, 0.60673866881, 0.48104493784, 0.246856077], {x, -5, 1}, PlotStyle -> Black]]

```

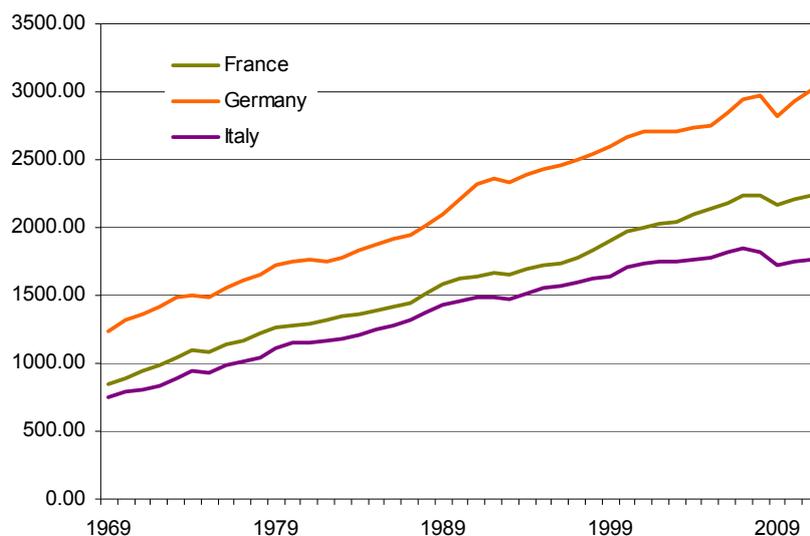


```

fi[d_] := f[d, 4.649652511230641`, 19.99999979663002`, 40.784204019055345`, 53.35272693438121`,
63.77425522643694`, 0.6067386688102758`, 1., 4.901449647603108`, 7.838250030537226`,
12.33814416729993`, 0.48104493784463076`, 3., 3., 3., 3., 0.2468560770191925`,
0.516501425337077`, 0.501878725731923`, 0.4573623213562539`, 0.4169539224898653`]
R2 = 1 - Sum[(y[[i]] - fi[i])^2, {i, 80}] / Sum[(y[[i]] - 0.2286195)^2, {i, 80}]
0.993018

```

## Кластер 1



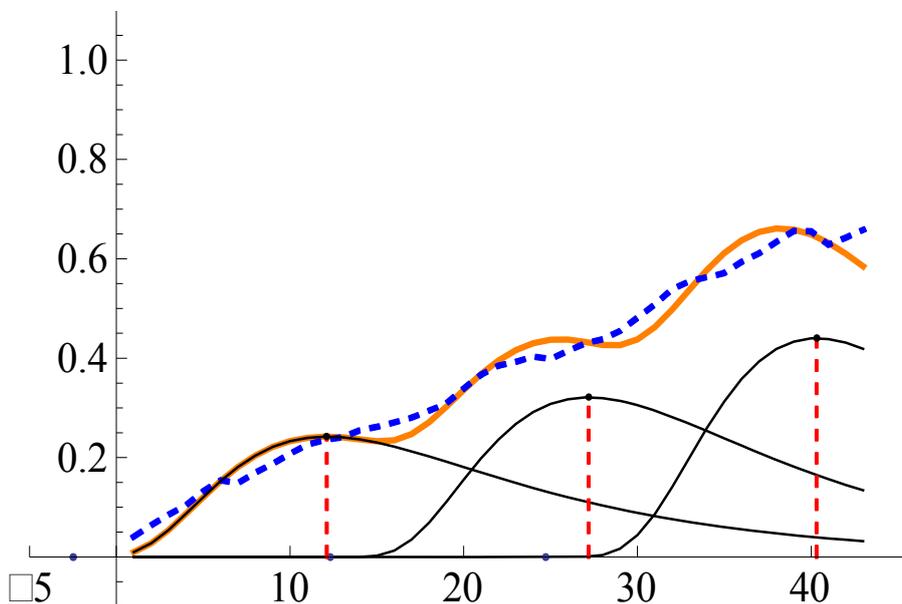
## Франція

{0.0351874, {t1→2.50325, t2→12.3088, t3→24.7433, A1→4.14944, A2→5.55138, A3→7.78279, mu1→3., mu2→3., mu3→3., sigma1→0.563838, sigma2→0.547733, sigma3→0.504813}}

{0.242181, {i→12.1122}}

{0.321118, {i→27.1884}}

{0.440138, {i→40.3116}}



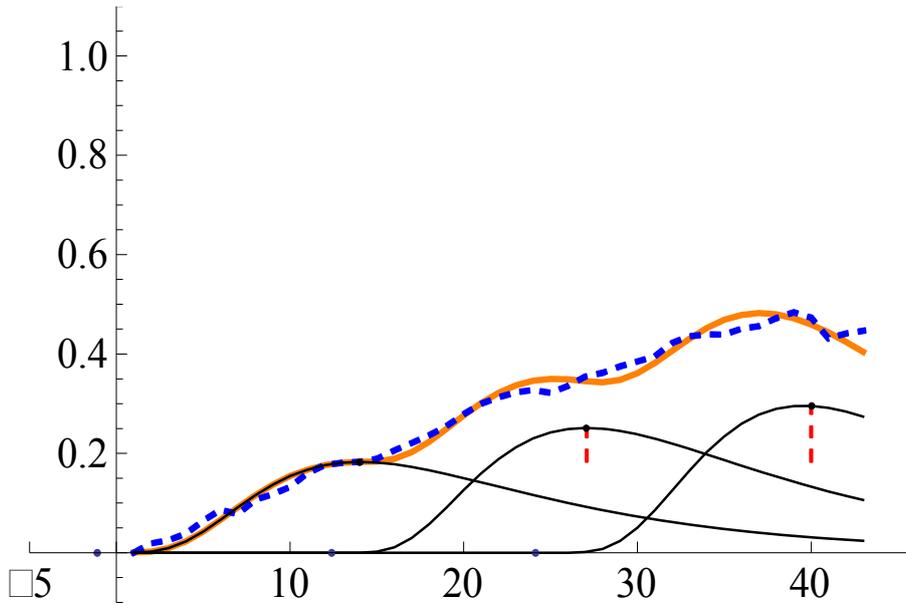
## Італія

{0.0126006, {t1→1.13237, t2→12.384, t3→24.1348, A1→3.18799, A2→4.31398, A3→5.2103, mu1→3., mu2→3., mu3→3., sigma1→0.530235, sigma2→0.55949, sigma3→0.513423}}

{0.182677, {i→14.0303}}

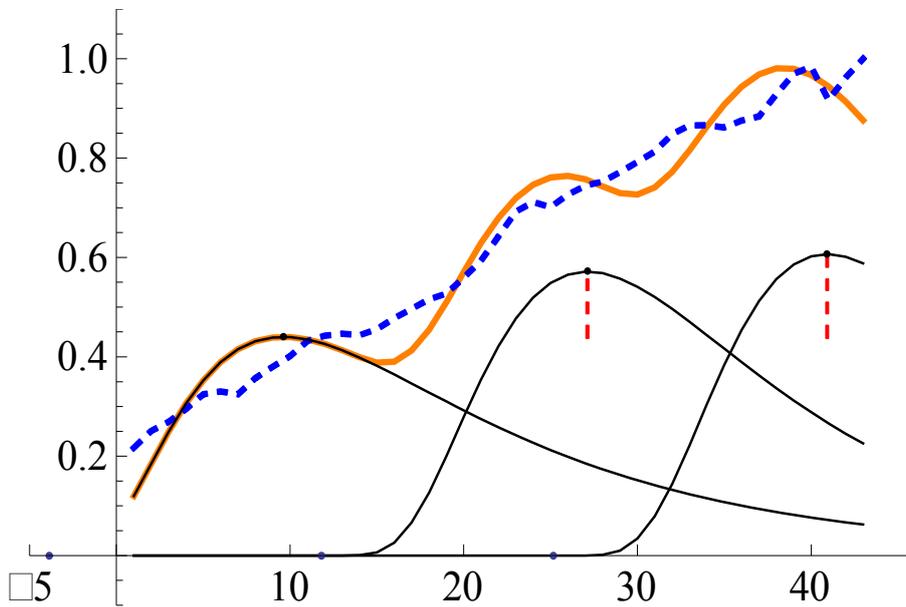
{0.25117, {i→27.0711}}

{0.25117, {i→27.0711}}

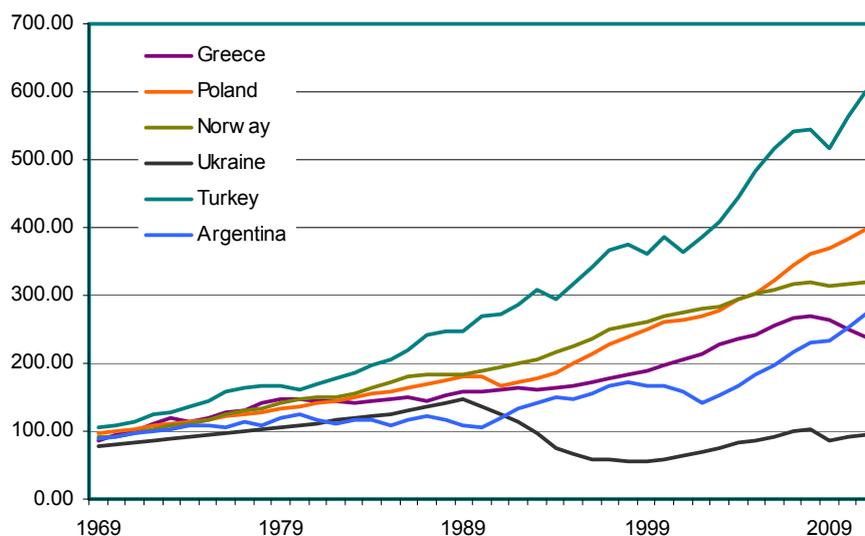


**Німеччина**

0.128997, {t1→3.89136, t2→11.8345, t3→25.1443, A1→7.24996, A2→10.0129, A3→10.8029, mu1→3., mu2→3., mu3→3., sigma1→0.629677, sigma2→0.522798, sigma3→0.491316}}  
 {0.440098, {i→9.61967}}  
 {0.571509, {i→27.1167}}  
 {0.571509, {i→27.1167}}



## Кластер 2



### Україна (0.009)

$t=\{7.10; 10.00; 30.20\}$   $A=\{1.84; 1.25; 0.78\}$   $m=\{3.00; 2.38; 2.55\}$

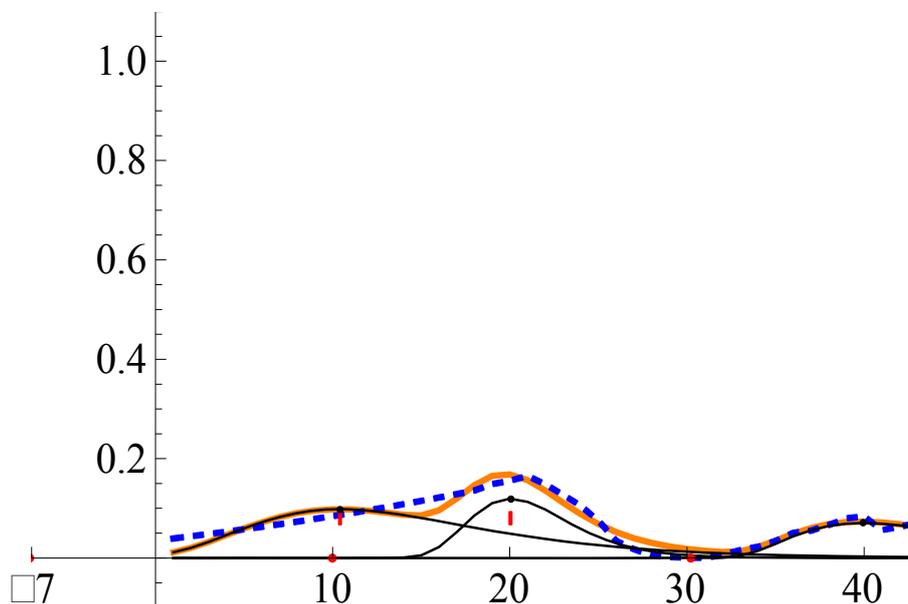
$s=\{0.37; 0.28; 0.52\}$

$T=\{1962; 1979; 1999\}$

$\{0.097979, \{i \rightarrow 10.4149\}\}$

$\{0.119265, \{i \rightarrow 20.0405\}\}$

$\{0.0703543, \{i \rightarrow 39.9145\}\}$



### Польща (0.052)

$t=\{1.32; 15.47; 27.18\}$   $A=\{3.19; 5.12; 7.91\}$   $m=\{3.00; 3.00; 3.00\}$

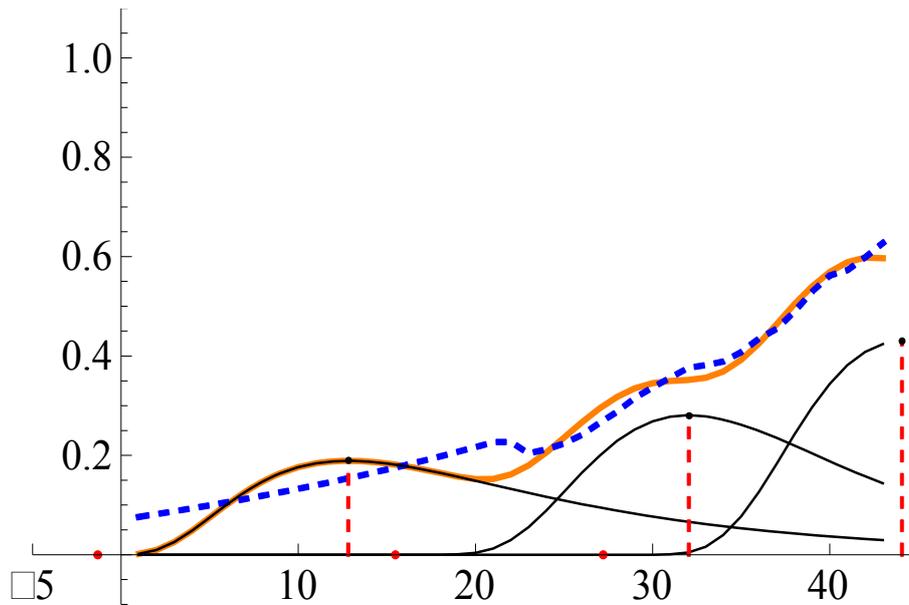
$s=\{0.59; 0.44; 0.42\}$

$T=\{1970; 1984; 1996\}$

$\{0.188973, \{i \rightarrow 12.8223\}\}$

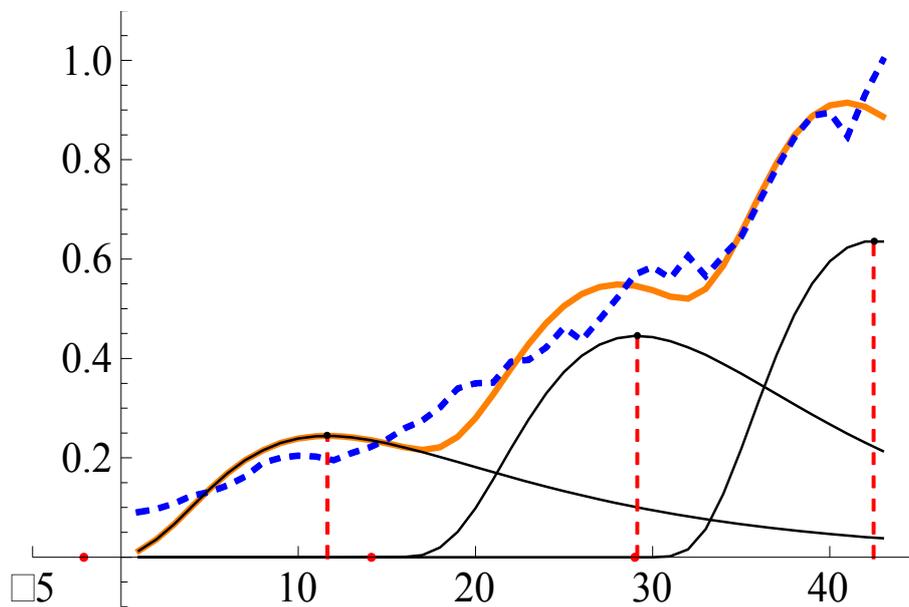
$\{0.280789, \{i \rightarrow 32.045\}\}$

$\{0.429129, \{i \rightarrow 44.0786\}\}$



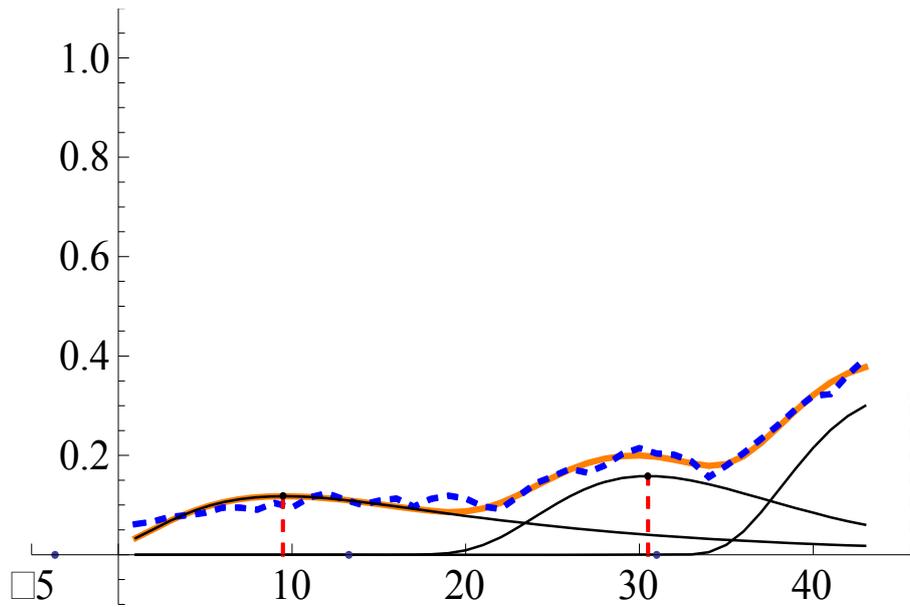
### Туреччина (0.098)

$t = \{2.12; 14.12; 29.00\}$   $A = \{4.06; 7.74; 10.00\}$   $m = \{3.00; 3.00; 2.91\}$   
 $s = \{0.62; 0.54; 0.55\}$   
 $T = \{1967; 1983; 1998\}$   
 $\{0.244082, \{i \rightarrow 11.6458\}\}$   
 $\{0.445386, \{i \rightarrow 29.1337\}\}$   
 $\{0.637026, \{i \rightarrow 42.4797\}\}$



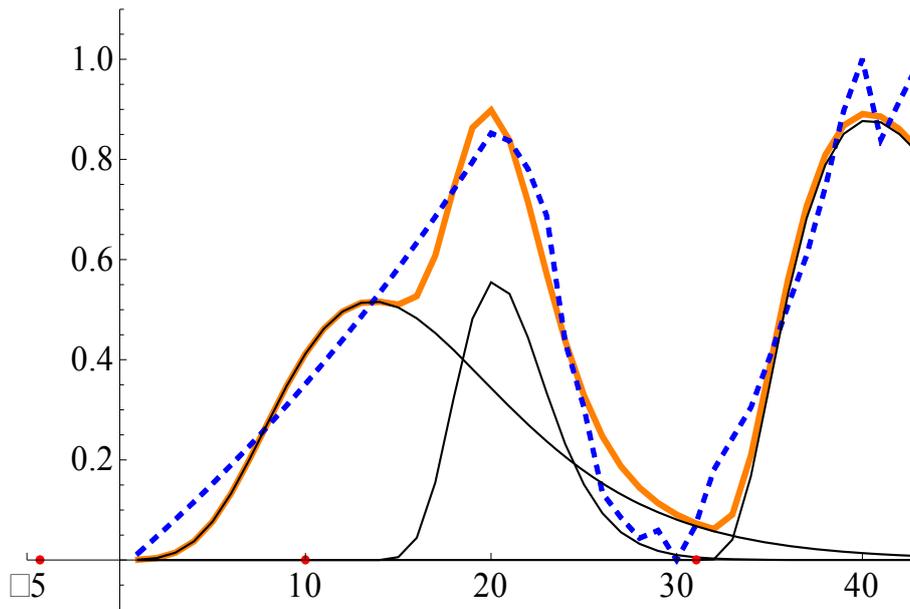
### Аргентина (0.008)

$t = \{3.68; 13.27; 30.99\}$   $A = \{1.91; 2.95; 5.55\}$   $m = \{3.00; 3.00; 3.00\}$   
 $s = \{0.65; 0.39; 0.55\}$   
 $T = \{1965; 1981; 2000\}$   
 $\{0.117641, \{i \rightarrow 9.46825\}\}$   
 $\{0.158502, \{i \rightarrow 30.5013\}\}$   
 $\{0.321801, \{i \rightarrow 45.7887\}\}$



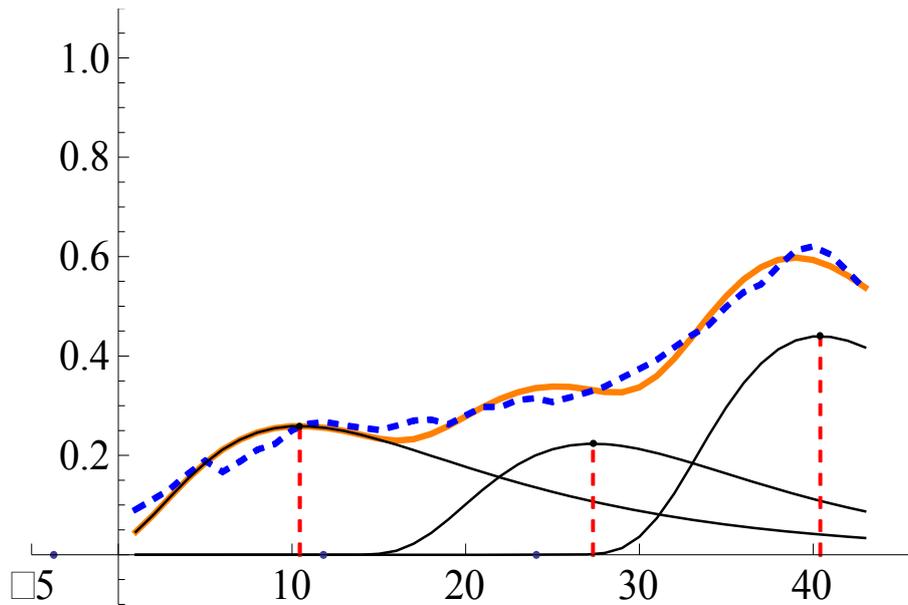
**Росія** (0.0520497)

$t=\{1.3199; 15.4706; 27.1831\}$   $A=\{3.18494; 5.1232; 7.90523\}$   $m=\{3.; 3.; 3.\}$   $s=\{0.592311; 0.438337; 0.415878\}$   $T=\{1968; 1983; 1996\}$



**Греція**

$\{0.0244285, \{t1 \rightarrow 3.7378, t2 \rightarrow 11.8291, t3 \rightarrow 24.0381, A1 \rightarrow 4.37144, A2 \rightarrow 3.93936, A3 \rightarrow 7.9789, \mu1 \rightarrow 3., \mu2 \rightarrow 3., \mu3 \rightarrow 3., \sigma1 \rightarrow 0.589914, \sigma2 \rightarrow 0.509221, \sigma3 \rightarrow 0.45181\}\}$   
 $\{0.259005, \{i \rightarrow 10.4446\}\}$   
 $\{0.259005, \{i \rightarrow 10.4446\}\}$   
 $\{0.439933, \{i \rightarrow 40.4149\}\}$



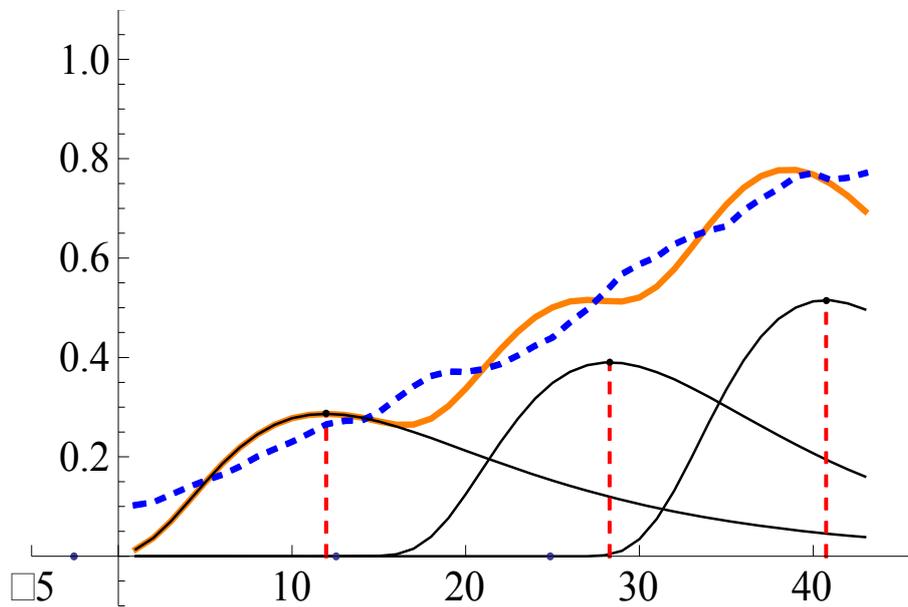
### Норвегія

{0.0919084, {t1→2.56232, t2→12.5654, t3→24.8587, A1→4.8935, A2→6.93172, A3→9.20576, mu1→3., mu2→3., mu3→3., sigma1→0.569658, sigma2→0.495162, sigma3→0.484145}}

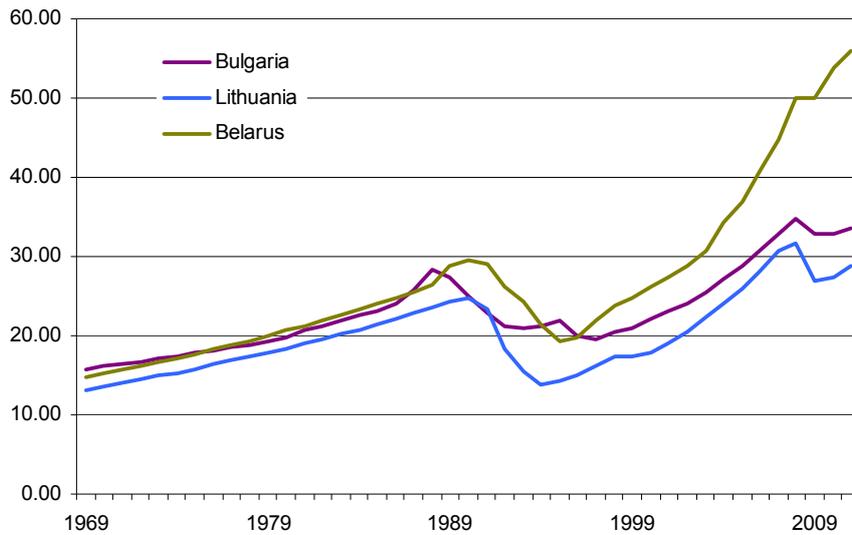
{0.286551, {i→11.9571}}

{0.390121, {i→28.2836}}

{0.515317, {i→40.7473}}



### Кластер 3



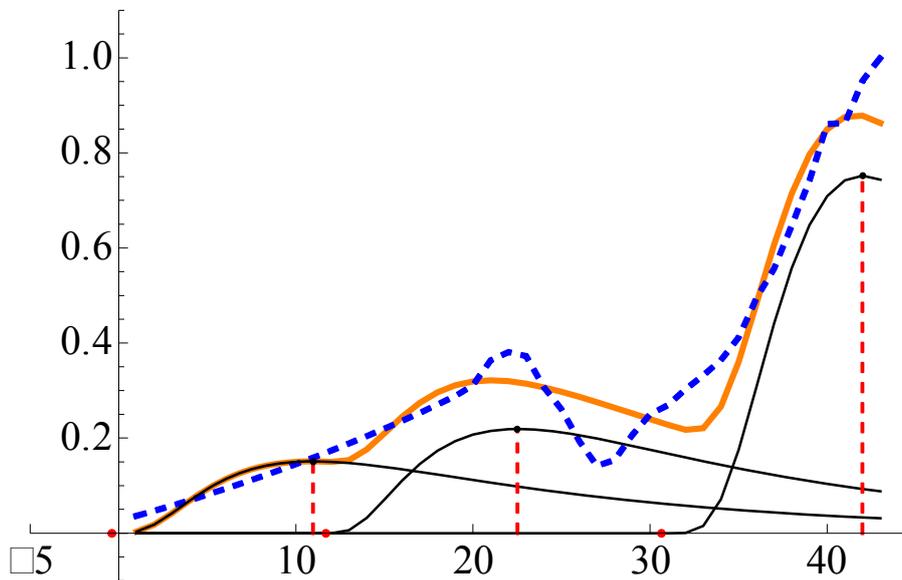
### Білорусь

{0.0520497, {t1→1.3199, t2→15.4706, t3→27.1831, A1→3.18494, A2→5.1232, A3→7.90523, mu1→3., mu2→3., mu3→3., sigma1→0.592311, sigma2→0.438337, sigma3→0.415878}}

{0.151051, {i→10.9695}}

{0.219204, {i→22.513}}

{0.752265, {i→41.9889}}



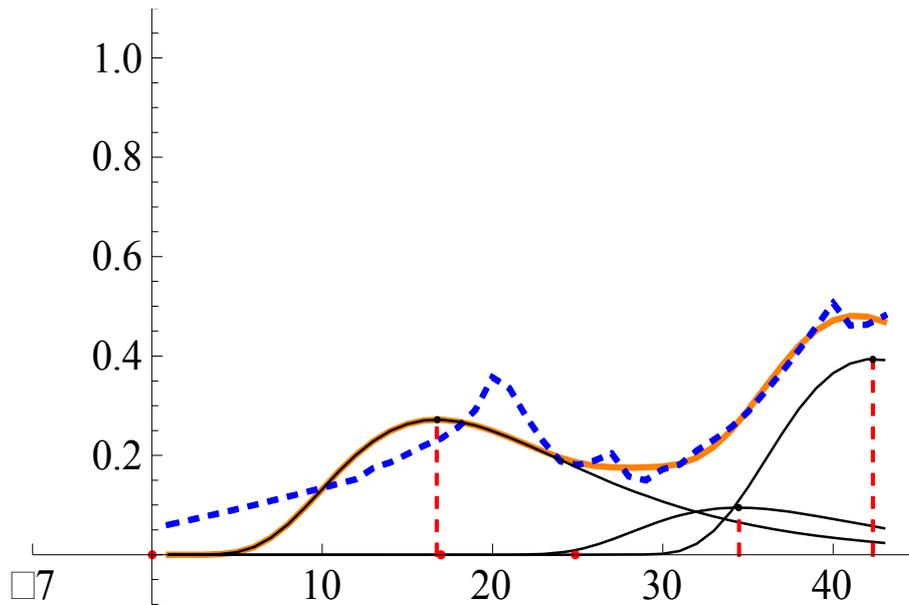
### Болгарія

0.0934128, {t1→0., t2→16.9532, t3→24.8501, A1→4.98276, A2→1.77405, A3→7.37766, mu1→3., mu2→3., mu3→3., sigma1→0.427639, sigma2→0.369668, sigma3→0.372429}

{0.27183, {i→16.7286}}

{0.0945709, {i→34.4733}}

{0.39369, {i→42.3343}}



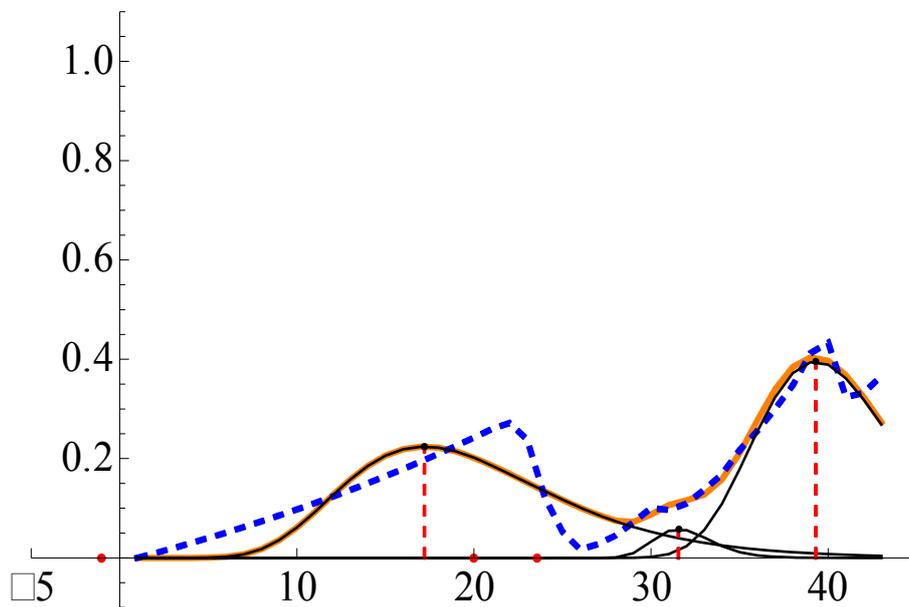
### Литва

{0.0783922, {t1→1.01178, t2→20., t3→23.5298, A1→4.28648, A2→7.78291, A3→0.474204, mu1→3., mu2→3., mu3→2.12053, sigma1→0.312365, sigma2→0.2, sigma3→0.2}}

{0.224081, {i→17.2066}}

{0.395316, {i→39.2981}}

{0.0580383, {i→31.5385}}



## Додаток И

**Програмний код мультиагентної моделі  
еволюції популяції економічних агентів**

```
breed [agents agent]
agents-own [y
a
b
k
l]
globals [y-total ki kp logname ags maxb]
```

---

```
to setup
clear-all
set ki random-float 0.1
set kp random-float 1
create-agents agent-num
[
set a random-float 1
set b random 3 + 2
set k random 1000 + 1
set l random 1000 + 1
set y int (b * k ^ a * l ^ (1 - a))
setxy random-xcor random-ycor
set color y / 140
set pcolor b
]
set y-total 0
reset-ticks
create-logname
end
```

---

```
to go
repeat 50 [
new-world
while [ ticks <= 100 ] [
process
]
save-results
]
```

```
stop  
end
```

---

```
to new-world  
  clear-all  
  create-logname  
  set ki random-float 0.1  
  set kp random-float 1  
  create-agents agent-num  
  [ set a random-float 1  
    set b random 3 + 2  
    set k random 1000 + 1  
    set l random 1000 + 1  
    set y int (b * k ^ a * l ^ (1 - a))  
    setxy random-xcor random-ycor  
    set color y / 140 ]  
  set y-total 0  
  reset-ticks  
end
```

---

```
to process  
  mutation  
  difussion  
  birth-and-death  
  production  
  tick  
end
```

---

```
to mutation  
  let mutators count turtles * ent  
  ask n-of mutators turtles [  
    let neigh (turtles-on neighbors in-radius int b)  
    if any? (turtles-on neighbors) with [k > kmax][  
      let mn ( b )  
      let dv ( k * ki / 100 )  
      set b maxx b (random-normal mn dv)  
    set k (1 - ki) * k ]]  
  let kl int (k / l)  
  set a log kl ((k / ((1 - ki) * l)) ^ a + 0.1)]]  
end
```

---

to difussion

```
ask turtles [  
  let neigh (turtles-on neighbors in-radius int b)  
  if any? (turtles-on neighbors) with [b > [b] of myself][  
    if random-float 1 < (b / (max [b] of neigh + 0.0001))[  
      ask one-of neigh with [b = max [b] of neigh][  
        set k k + price * (b - [b] of myself)  
        let bmax max [b] of (turtles-on neighbors)  
        set k k - price * (bmax - b)  
        set b bmax  
      ]  
    ]  
  ]  
end
```

---

to birth-and-death

```
ask turtles [  
  if any? turtles with [k < kmin] [ask turtles with [k < kmin][ die ]]  
  ask turtles with [k > kmax][  
    let neigh (turtles-on neighbors in-radius int b)  
    if any? (turtles-on neighbors) with [b < [b] of myself][  
      ask one-of neigh with [(b = max [b] of neigh) ][ hatch-agents 1  
        [ set k k * kp  
          set l l * kp ]  
        set k k * (1 - kp)  
        set l l * (1 - kp) ]]  
    ]  
  ]  
end
```

---

to production

```
set ags count (agents)  
set y-total 0  
ask turtles [  
  set y int (b * k ^ a * l ^ (1 - a))  
  set y-total y-total + y  
  set maxb max [b] of turtles  
  set color y / 140  
  set pcolor b  
  ]  
end
```

---

```
to save-results
  file-open logname
  file-type ceiling (y-total) file-type ","
  file-type ceiling (maxb) file-type ","
  file-type ceiling (ags) file-print ","
  file-close
end
```

---

```
to create-logname
  set logname (word "res-ag-500-en-0.05-kmin-0-kmax-500-pr-0.csv")
end
```

---

```
to-report maxx [d f]
  ifelse d > f
  [report d]
  [report f]
end
```

## Додаток І

### Аналіз впливу варіації параметрів мультиагентної моделі еволюції популяції економічних агентів на середню величину абсолютного приросту випуску

#### Agents

##### ВЫВОДИТОГОВ

Регрессионная статистика	
Множественный R	0.995836
R-квадрат	0.99169
Нормированный R-квадрат	0.990766
Стандартная ошибка	2385.885
Наблюдения	11

##### Дисперсионный анализ

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	6.11E+09	6.11E+09	1073.998994	1.1286E-10
Остаток	9	51232034	5692448		
Итого	10	6.16E+09			

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Верхние 95%	Нижние 95.0%	Верхние 95.0%
Y-пересечение	-18043.6	1951.257	-9.24716	6.83717E-06	-22457.6282	-22457.6	-13629.5
Переменная X 1	34.87267	1.064102	32.77192	1.12856E-10	32.4655084	32.46551	37.27984

$K_{min}$ 

## ВЫВОДИТОГОВ

Регрессионная статистика	
Множественный R	0.93342662
R-квадрат	0.871285254
Нормированный R-квадрат	0.839106568
Стандартная ошибка	1248.979974
Наблюдения	6

## Дисперсионный анализ

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	42237967	42237967	27.07647	0.0065
Остаток	4	6239804	1559951		
Итого	5	48477771			

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	Р-значение	Верхние 95%		Нижние 95%	
					Верхние	Нижние	Верхние	Нижние
Y-пересечение	67040.76221	12747.2	5.259254	0.006258	102432.7	31648.86	102432.66	31648.86
Переменная X 1	-11233.8729	2158.905	-5.203506	0.0065	-5239.79	-17228	-5239.792	-17228

$K_{max}$ 

## ВЫВОД ИТОГОВ

Регрессионная статистика	
Множественный R	0.954802
R-квадрат	0.911648
Нормированный R-квадрат	0.896922
Стандартная ошибка	0.669364
Наблюдения	8

## Дисперсионный анализ

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	27.73863694	27.73864	61.90995	0.000223
Остаток	6	2.688288708	0.448048		
Итого	7	30.42692564			

	Коэффициенты	t-статистика	P-значение	Верхние 95%	Нижние 95%	Верхние 95,0%	Нижние 95,0%
Y-пересечение	10.62268	7.446925	0.000302	14.11309	7.132281	14.11309	7.132281
Переменная X 1	-0.01373	-7.86829	0.000223	-0.00946	-0.018	-0.00946	-0.018

**Price****ВЫВОД ИТОГОВ**

<i>Регрессионная статистика</i>	
Множественный R	0.958421713
R-квадрат	0.91857218
Нормированный R-квадрат	0.87785827
Стандартная ошибка	15802.89521
Наблюдения	7

**Дисперсионный анализ**

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	2	1.127E+10	5.63E+09	22.56163	0.00663049
Остаток	4	998925988	2.5E+08		
Итого	6	1.227E+10			

	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-значение</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>
Y-пересечение	143893.9811	13322.729	10.80064	0.000417	180883.8	106904.155	180883.8	106904.2
Переменная X 1	-1120.771763	177.64561	-6.30903	0.003227	-627.548	-1613.995	-627.548	-1614
Переменная X 2	2.605558715	0.489699	5.320735	0.006003	3.965181	1.24593625	3.965181	1.245936

## Додаток К

**Програмний код мультиагентної моделі взаємодії  
користувачів соціальних мереж**

```
breed [users user]
users-own [project]
patches-own [area]
globals [
  UsersProject1
  UsersProject2
  UsersProject3
  r
  Inactive
  NewUsers
  Population
];
```

---

```
to setup
  ;; (for this model to work with NetLogo's new plotting features,
  ;; __clear-all-and-reset-ticks should be replaced with clear-all at
  ;; the beginning of your setup procedure and reset-ticks at the end
  ;; of the procedure.)
  __clear-all-and-reset-ticks
  setup-users
  setup-patches
  do-plot
  set r 1.1
end
```

---

```
to setup-users
  set UsersProject1 loyalProject1
  set UsersProject2 loyalProject2
  set UsersProject3 loyalProject3
  set Inactive InactiveUsers
  set Population UsersProject1 + UsersProject2 + UsersProject3 + Inactive
  repeat Inactive [if any? patches with [not any? users-here] [
    ask one-of patches with [not any? users-here] [
  sprout-users 1
  ask users [
    set color 9
```

```

    set project "0"
  ] ] ]
repeat UsersProject1 [if any? patches with [not any? users-here] [
  ask one-of patches with [not any? users-here] [
  sprout-users 1
  ask users with [project != "0"] [
    set color 86
    set project "1"
  ] ] ]
repeat UsersProject2 [if any? patches with [not any? users-here] [
  ask one-of patches with [not any? users-here] [
  sprout-users 1
  ask users with [project != "0" and project != "1"] [
    set color 45
    set project "2"
  ] ] ]
repeat UsersProject3 [if any? patches with [not any? users-here] [
  ask one-of patches with [not any? users-here] [
  sprout-users 1
  ask users with [project != "0" and project != "1" and project != "2"] [
    set color 25
    set project "3"
  ] ] ]
ask turtles [
  set shape "circle"
  set size 0.85
  move-to patch-here
]
end

```

---

```

to setup-patches
  ask patches [
    set pcolor 8
    set area "a0"
  ]
  ask users with [project = "1"] [
    ask patch-here [
      set pcolor 104
      set area "a1"
    ]
  ]
]

```

```

ask users with [project = "2"] [
  ask patch-here [
    set pcolor 35
    set area "a2"
  ]
]
ask users with [project = "3"] [
  ask patch-here [
    set pcolor 13
    set area "a3"
  ]
]
end

```

---

```

to do-plot
  set-current-plot "Users` Number in Each Project"
  set-current-plot-pen "Inactive"
  plot Inactive
  set-current-plot-pen "Project 1"
  plot UsersProject1
  set-current-plot-pen "Project 2"
  plot UsersProject2
  set-current-plot-pen "Project 3"
  plot UsersProject3
  set-current-plot-pen "All Users"
  plot Population
  if ticks > 50 [set-plot-x-range ticks - 50 ticks]
end;

```

---

```

to go
  born-InactiveUsers
  do-plot
  tick
end

```

---

```

to born-InactiveUsers
  let N count patches - loyalProject1 - loyalProject2 - loyalProject3
  let Po InactiveUsers
  set NewUsers int (N / (1 + Po * r ^ (- ticks - 1)))
  repeat NewUsers
    if any? patches with [not any? users-here] [

```

```
ask one-of patches with [not any? users-here] [  
  sprout-users 1 [  
    set color 9  
    set project "0"  
    set shape "circle"  
    set size 0.85  
    move-to patch-here  
  ]  
  set Inactive Inactive + 1  
  set Population Population + 1  
]  
]  
end
```

ДЛЯ НОТАТОК

Наукове видання

**Кононова Катерина Юріївна**

**ІНФОРМАЦІЙНА ЕКОНОМІКА:  
МОДЕЛЮВАННЯ ЕВОЛЮЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ**

Монографія

Коректор *Л. Є. Стешенко*  
Комп'ютерне верстання *О. С. Чистякова*  
Макет обкладинки *І. М. Дончик*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 2,4. Тираж 300 пр. Зам. № 144/15.

Видавець і виготовлювач  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,  
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №3367 від 13.01.2009

Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна  
Тел. 705-24-32