

Виклюк Я.І., д.т.н., професор,
ПВНЗ Буковинський університет
м. Чернівці;

Євдокименко В.К., д.е.н., професор,
Буковинський державний
фінансово-економічний університет,
м. Чернівці

Формування стратегій відтворення видів економічної діяльності в контексті динамічного зростання валової доданої вартості та подолання міжрегіональної диференціації на основі SoftComputing

Обґрунтовується нагальна необхідність уточнення стратегій соціально-економічного розвитку країн з метою відтворення і корегування структури видів економічної діяльності, здатної поступово нівелювати існуючу міжрегіональну диференціацію і асиметрію. З цією метою запропоновано алгоритм на основі SoftComputing.

Обосновывается острая необходимость уточнения стратегий социально-экономического развития стран с целью воспроизводства и коррекции структуры видов экономической деятельности, позволяющих ускорить наращивание производства добавленной стоимости и постепенно нивелировать существующую межрегиональную дифференциацию и асимметрию. Для этого предложен алгоритм на основе SoftComputing.

Economic activities reproduction strategy building in the context of the dynamic growth of value added and elimination of inter-regional differentiation based SoftComputing. The urgent need to clarify the strategies of social and economic development of countries in order to reproduce and adjust types of economic activity that can gradually reverse the existing inter-regional differentiation and asymmetry is grounded. An algorithm based on SoftComputing is proposed to achieve this goal.

Постановка проблеми. Існуюча в багатьох країнах соціально-економічна ситуація вимагає переосмислення акцентів і пріоритетів у політиці економічного розвитку. Пов'язаний з цим надзвичайно різноманітний і складний спектр проблем і завдань у соціально-економічній, екологічній, етнокультурній, громадсько-політичній сферах, у сферах міжнародної співпраці та науковій невідворотно спонукає дослідника звернутися до показника створеної в процесі виробництва доданої вартості (ВДВ). Це спричиняється як соціальною важливістю рівня оплати праці найманих працівників; податків за винятком субсидій, пов'язаних з виробництвом; валового прибутку і змішаного доходу, так і важливістю адекватної оцінки рівня розвитку економіки.

Численні дослідження виявляють зародження у світі неоекономічної моделі – симбіозу техногенних і позасистемних факторів, етнічних, національних, психологічних, морально-етичних, культурних тощо. Цей симбіоз буде настільки гармонійним, наскільки адекватними новим вимогам і загрозам будуть управлінські рішення, в т.ч. і стратегії розвитку.

Епоха «жорстких» чинників конкурентоспроможності країн, які базуються переважно на природних ресурсах та геополітичному розташуванні, минула. Сьогодні активно вступають в дію нові ресурси (високоосвічені і висококваліфіковані кадри, креативне населення, інновації, знання, інформація) та інструменти (менеджмент, маркетинг, брендинг, аутсорсинг тощо). Глобальні чинники застосування останніх породжують їх, ними ж і формуються.

Усе це спонукає і надалі більшою мірою зосереджуватися на нарощуванні виробництва доданої вартості на одну особу населення.

Висновки з існуючих досліджень і публікацій та постановка завдання. Проблематика асиметричності та нерівномірності розвитку країн, диференціації його рівня окреслюється, актуалізується і розробляється багатьма авторами. Межі статті замалі навіть для простого переліку поважних авторів. А от корективи до практики розробки стратегій відтворення структури ВЕД у контексті прискореного зростання і міжрегіонального вирівнювання ВДВ на особу населення, алгоритми формування рушійних сил, які зробили б орієнтування на виконання цього завдання перманентним засобом і способом існування, ще не сформовані.

В найбільш загальному вигляді завдання полягає в наступному: визначати на перспективу склад і динаміку (темпи і пропорції) розвитку відповідних умовам країн видів економічної діяльності, котрі забезпечують необхідні масштаби участі у відтворювальному процесі суб'єктів ринку та збільшення випуску ВДВ на особу населення, а також довести, що важливим критерієм оцінки ефективності вже розроблених стратегій може служити відхилення прогностичних значень від аналогічного прогнозу, розрахованого класичними трендовими моделями.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо дану проблематику на матеріалах України та Румунії.

Таблиця 1

Критеріальне ранжування ВЕД України

	Питома вага валової доданої вартості у випуску ВЕД, %			Питома вага внеску ВЕД у ВДВ України, %	
	2010	2011		2010	2011
1. Освіта	66,3	68,3	1. Інші види економічної діяльності (фінансова діяльність, державне управління, операції з нерухомим майном, оренда, інжиніринг та надання послуг підприємцям, надання колективних та індивідуальних послуг; діяльність у сфері культури та спорту; діяльність домашніх господарств; діяльність екстериторіальних організацій)	26,4	26,5

Продовження таблиці 1

2. Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	65,6	65,2	2. Торгівля; ремонт автомобілів, побутових виробів та предметів особистого вжитку	17,3	18,2
3. Інші види економічної діяльності (фінансова діяльність, державне управління, операції з нерухомим майном, оренда, інжиніринг та надання послуг підприємцям, надання колективних та індивідуальних послуг; діяльність у сфері культури та спорту; діяльність домашніх господарств; діяльність екстериторіальних організацій)	61,4	59,5	3. Переробна промисловість	16,6	14,9
4. Торгівля; ремонт автомобілів, побутових виробів та предметів особистого вжитку	56,2	56,3	4. Діяльність транспорту та зв'язку	11,6	11,9
5. Добувна промисловість	55,6	56,2	5. Сільське господарство, мисливство, лісове господарство	8,7	9,9
6. Діяльність транспорту та зв'язку	53,0	51,5	6. Добувна промисловість	6,9	7,8
7. Сільське господарство, мисливство, лісове господарство	42,6	42,5	7. Освіта	5,8	5,5
8. Виробництво та розподіл ел./енергії, газу та води	33,9	33,3	8. Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	4,4	4,1
9. Будівництво	32,9	29,8	9. Виробництво та розподіл ел./енергії, газу та води	3,7	4,0
10. Переробна промисловість	19,5	17,0	10. Будівництво	3,4	3,3

Джерело: розраховано авторами на основі даних Державної служби статистики України.

Проранжуємо види економічної діяльності за вказаними нижче критеріальними ознаками (табл. 1, 2).

Зі змісту таблиць, який не потребує спеціальних коментарів, впливають підстави вважати, що надзвичайно актуалізується питання про те, за якими темпами і пропорціями слід розвивати види економічної діяльності для максимізації виробництва в країні ВДВ, а отже й збільшення в кінцевому рахунку ВВП не одну особу населення.

З приведеного критеріального ранжування напрошується також висновок, що для побудови уточненої стратегії розвитку ВЕД країн необхідно спробувати знайти аналітичний вигляд функціональної залежності сумарної доданої вартості від ВДВ окремих ВЕД. В умовах обмеженості статистичних даних логічно вибрати для цього найбільш вагомні види економічної діяльності.

Критеріальне ранжування ВЕД Румунії за 2010 рік

Питома вага доданої вартості у випуску ВЕД, %			Питома вага внеску ВЕД у ВДВ Румунії, %		
1.	Освіта	82,8	1.	Переробна промисловість	24,3
2.	Державне управління та оборона, обов'язкове соціальне забезпечення	75,8	2.	Операції з нерухомим майном, оренда та комерційна діяльність	15,2
3.	Операції з нерухомим майном, оренда та комерційна діяльність	65,9	3.	Транспортування та зберігання; інформація та комунікації	12,1
4.	Фінансове та страхове посередництво	62,4	4.	Будівництво	10,2
5.	Охорона здоров'я та соціальна допомога	58,1	5.	Сільське господарство, лісове господарство та рибальство	6,4
6.	Інші види діяльності	55,6	6.	Виробництво та розподіл електричної і теплової енергії, газу та води	5,7
7.	Видобувна промисловість	48,9	7.	Гуртова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів, мотоциклів, побутових виробів та предметів	5,6
8.	Транспортування та зберігання; інформація та комунікації	46,5	8.	Державне управління та оборона, обов'язкове соціальне забезпечення	4,8
9.	Сільське господарство, лісове господарство та рибальство	46,4	9.	Освіта	4,0
10.	Переробна промисловість	39,9	10.	Охорона здоров'я та соціальна допомога	3,4
11.	Виробництво та розподіл електричної і теплової енергії, газу та води	38,7	11.	Інші види діяльності	2,9
12.	Готелі та інші засоби розміщення, ресторани та інші послуги громадського харчування	36,5	12.	Фінансове та страхове посередництво	2,5
13.	Будівництво	36,0	13.	Видобувна промисловість	1,9
14.	Гуртова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів, мотоциклів, побутових виробів та предметів	26,5	14.	Готелі та інші засоби розміщення, ресторани та інші послуги громадського харчування	1,1

Джерело: розраховано авторами на основі даних Державної служби статистики України.

На основі ранжування обрано дев'ять найбільш впливових ВЕД для України та одинадцять для Румунії (табл. 2, 3). Обрана кількість залежить від доступної на цей час статистичної вибірки, яка є основою для розрахунку функціональних залежностей.

Таблиця 3

Динаміка валової доданої вартості за видами економічної діяльності України

(у фактичних цінах млн грн)

№ п/п	Види економічної діяльності	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
GVA	Усього	204342	244497	318321	396003	487132	656892	860714	847330	999973	1165450
(X ₁)	с/г, мисливство, лісове господарство	29418	29059	37258	40542	41006	47417	65148	65758	82641	110564
(X ₂)	добувна промисловість	10016	10854	12518	17939	22064	31695	54337	40676	65551	87077
(X ₃)	переробна промисловість	40386	49702	64124	86863	109416	143428	164735	141878	158483	166382
(X ₄)	будівництво	7653	10268	14463	16370	21168	30456	29185	21528	32518	37232
(X ₅)	торгівля; ремонт автомобілів, побутових виробів та предметів особистого вжитку	24593	31622	41057	56041	68573	95220	131261	129997	164826	203755
(X ₆)	діяльність транспорту та зв'язку	27523	35092	42694	47435	56053	70063	87078	97050	111013	133196
(X ₇)	освіта	10819	13781	16252	20882	26243	32905	43520	49239	55678	62099
(X ₈)	охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	7361	9137	10952	13965	17722	22542	29209	34573	42181	45825
(X ₉)	інші види економічної діяльності	46573	54982	79003	95966	124887	183166	256241	266631	287082	319320

Джерело: розраховано авторами на основі даних Державної служби статистики України.

Таблиця 4

Динаміка валової доданої вартості за видами економічної діяльності Румунії

(у фактичних цінах млн лей)

№ п/п	Види економічної діяльності	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GVA	Усього	48888	71991	106082	136922	175641	220931	255233	304270	368356	458536	450979	466397
(¹ ₁)	Сільське господарство, лісове господарство та рибальство	7281	8901	15618	17289	22848	31055	24292	26862	23992	34126	32298	29874
(¹ ₂)	Переробна промисловість	10343	17622	26812	33425	40413	52062	61250	72416	86952	100991	99187	113158
(¹ ₃)	Будівництво	2738	3929	6233	8649	11318	14649	18865	25548	37924	56131	52809	47762
(¹ ₄)	Оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів, мотоциклів, побутових виробів та предметів	6091	8236	10664	12919	17512	22350	28131	35008	43026	53995	46969	26173
(¹ ₅)	Транспортування та зберігання; інформація та комунікації	5429	8035	11681	14479	19470	24827	29346	34803	43533	57119	58454	56227
(¹ ₆)	Фінансове та страхове посередництво	950	1236	2301	3857	3686	5593	5826	6182	7923	11407	11250	11681
(¹ ₇)	Операції з нерухомим майном, оренда та комерційна діяльність	5513	8099	12806	17716	20614	24833	32364	39513	49083	51411	52743	70968
(¹ ₈)	Державне управління та оборона, обов'язкове соціальне забезпечення	1828	3460	4249	6060	12329	11605	14613	16016	19567	24344	24566	22343
(¹ ₉)	Освіта	1634	2326	3109	4431	6105	8346	9745	10925	12079	17510	17200	18440
(¹ ₁₀)	Охорона здоров'я та соціальна допомога	1079	1576	1808	3854	4949	6138	7692	8372	10304	13936	13902	15825
(¹ ₁₁)	Інші види діяльності	6003	8569	10801	14243	16398	19475	23109	28626	33974	37566	41601	53946

Джерело: розраховано авторами на основі даних Державної служби статистики України.

Класичний підхід до прогнозування розвитку економічної діяльності передбачає побудову та аналіз трендів розвитку. Трендова модель передбачає розрахунок прогнозних значень при умові, що система буде розвиватись за ustalеними тенденціями. У нашому випадку в ході розрахунку були проаналізовані 25 класичних трендових функцій. Одними з найкращих узгодження з експериментальними даними, як для України так і для Румунії, показали лінійна та поліноміальна функція другої степені (квадратична функція) вигляду:

$$GVA_{line}^{Ukraine} = -2.2 \cdot 10^8 + 109983 \cdot Y, R^2 = 0.97 \quad (1)$$

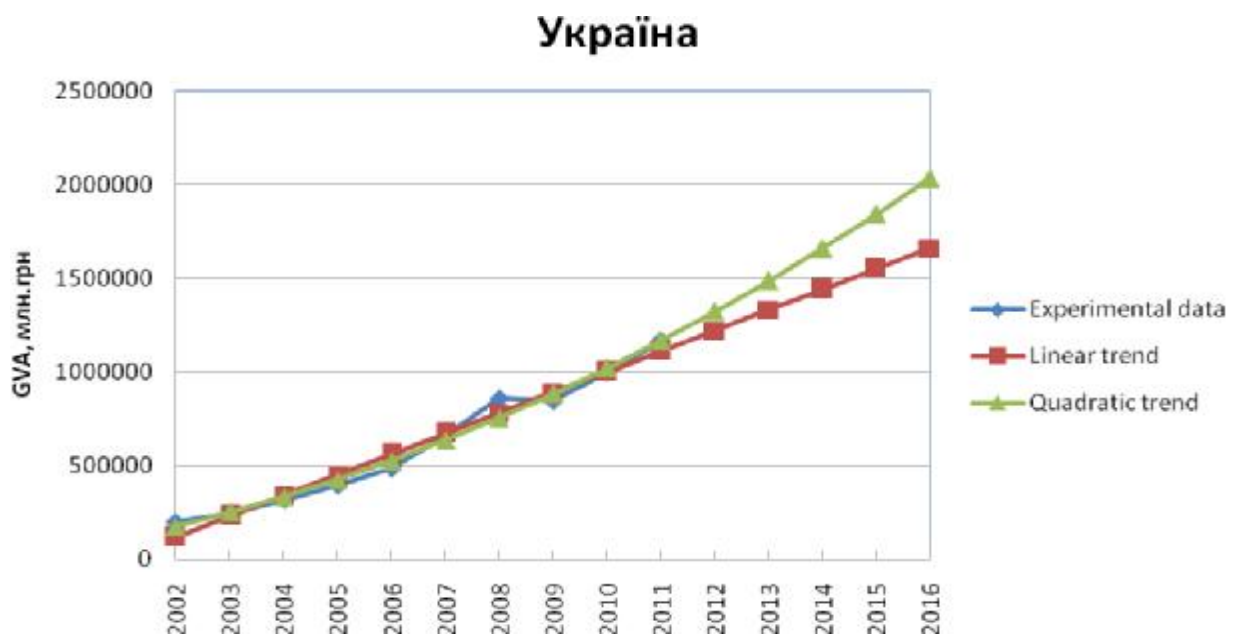
$$GVA_{quad}^{Ukraine} = -1.8 \cdot 10^{10} - 18066991 \cdot Y + 4529 \cdot Y^2, R^2 = 0.98 \quad (2)$$

$$GVA_{line}^{Romania} = -8.4 \cdot 10^7 + 42125 \cdot Y, R^2 = 0.98 \quad (3)$$

$$GVA_{quad}^{Romania} = -2.7 \cdot 10^9 - 2767993 \cdot Y + 700 \cdot Y^2, R^2 = 0.98 \quad (4)$$

де Y – рік.

Згідно розроблених трендових моделей через 5 років при ustalених тенденціях розвитку слід очікувати наступних значень сумарної доданої вартості: 1662892 млн грн (для України) та 697675 млн лей (для Румунії) згідно лінійного прогнозу та 2034955 млн грн і 766575 млн лей якщо збільшення відбуватиметься за квадратичним розподілом. Будемо розглядати ці величини як еталони для порівняння розроблених стратегій (рис. 1).



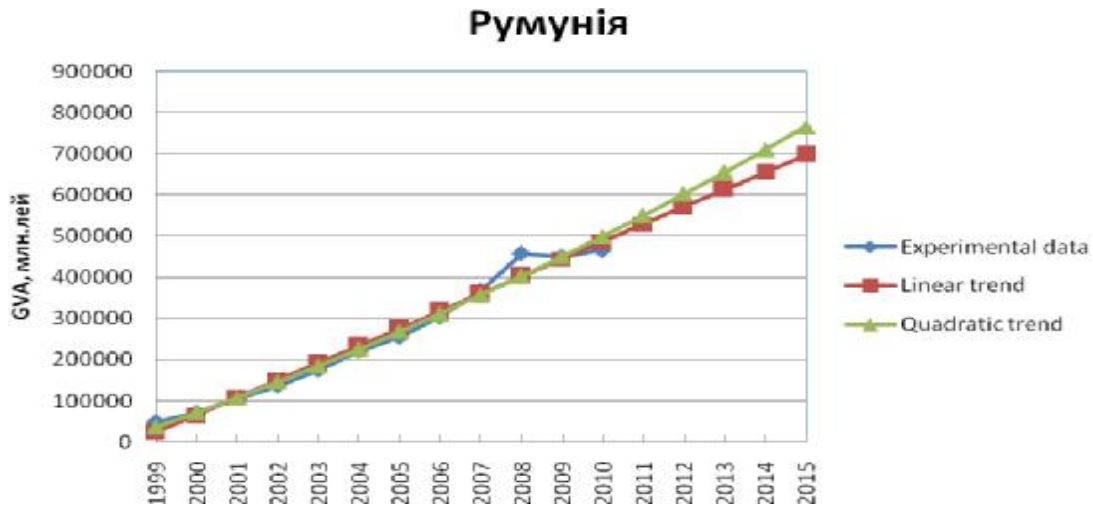


Рис.1. Динаміка зміни сумарної доданої вартості

Проблема побудови стратегії розвитку країни через знаходження аналітичного вигляду функціональної залежності сумарної доданої вартості від її складових виявляється в тому, що відсутні дані про фактори, які впливають на складові X_i та T_i . Класичний підхід полягає в наступному:

- для кожного з X_i та T_i будується окрема трендова модель.
- Проводиться множинний регресійний аналіз за статистичними даними таблиць 2 та 3 в результаті якого будується лінійна модель, що дозволяє за відомими значеннями X_i та T_i розрахувати сумарну додану вартість.
- Результати прогнозу за трендовими моделями для кожного чинника підставляються в отриману модель лінійної регресії, що дозволяє визначити прогнозовані значення сумарної доданої вартості.

Як показали розрахунки, при цьому отримуються практично аналогічні результати до (1)-(4). Такий підхід можна застосовувати у випадку відсутності автокореляції між чинниками моделей. Для перевірки цього був проведений відповідний автокореляційний аналіз (табл. 5, 6).

Таблиця 5

Результати автокореляційного аналізу між складовими сумарної доданої вартості для України

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
X_1	1,00								
X_2	0,99	1,00							
X_3	0,83	0,87	1,00						
X_4	0,87	0,90	0,95	1,00					
X_5	0,98	0,99	0,92	0,92	1,00				
X_6	0,98	0,97	0,91	0,91	1,00	1,00			
X_7	0,96	0,96	0,93	0,90	0,99	0,99	1,00		
X_8	0,96	0,96	0,91	0,89	0,99	0,99	1,00	1,00	
X_9	0,93	0,95	0,95	0,90	0,98	0,98	0,99	0,98	1,00

Джерело: розраховано авторами на основі даних Державної служби статистики України.

Як видно з таблиці, між всіма складовими x_i та r_i існує тісний кореляційний зв'язок. При чому мінімальний коефіцієнт кореляції складає 0,83 для України та 0,76 для Румунії. Отже, для застосування класичного методу прогнозування необхідно провести факторний аналіз, що дозволить суттєво зменшити кількість складових моделі [2]. В ході такого аналізу отримуються нові фактори, що є лінійною комбінацією початкових. Однак при цьому втрачається семантичний зміст нових факторів, що ускладнює подальший аналіз та інтерпретацію результатів, а відтак і унеможлиблює аналіз чутливості та побудови стратегії розвитку.

Таблиця 6

Результати автокореляційного аналізу між складовими сумарної доданої вартості для Румунії

	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	r_{10}	r_{11}
r_1	1,00										
r_2	0,87	1,00									
r_3	0,81	0,96	1,00								
r_4	0,82	0,87	0,90	1,00							
r_5	0,86	0,99	0,99	0,90	1,00						
r_6	0,88	0,98	0,98	0,86	0,99	1,00					
r_7	0,81	0,99	0,94	0,80	0,97	0,96	1,00				
r_8	0,90	0,98	0,96	0,92	0,98	0,97	0,94	1,00			
r_9	0,88	0,99	0,97	0,87	0,99	0,99	0,97	0,98	1,00		
r_{10}	0,86	0,99	0,97	0,85	0,99	0,99	0,98	0,97	1,00	1,00	
r_{11}	0,76	0,95	0,90	0,69	0,93	0,94	0,98	0,89	0,95	0,96	1,00

Джерело: розраховано авторами на основі даних Державної служби статистики України.

Розробка економіко-математичного методу прогнозування стратегії розвитку регіону на основі нейронних мереж Хопфілда

Для розв'язання задачі оптимізації стратегії розвитку країни в умовах тісного взаємозв'язку між видами економічної діяльності запропоновано метод, що складається з наступних етапів.

Етап 1. Побудова регресійних моделей. На початковому етапі необхідно провести регресійний аналіз, що дозволяє встановити функціональну взаємозалежність між видами економічної діяльності та провести аналіз чутливості. Будуються залежності типу:

$$x_i = \sum_{j=1}^9 a_{ij} x_j + b_i, \quad (5)$$

$$r_i = \sum_{j=1}^{11} \hat{a}_{ij} r_j + \hat{b}_i. \quad (6)$$

При чому $a_{i-i} = \hat{a}_{i-i} = 0$. Ці коефіцієнти зручно представити у вигляді квадратних матриць з нульовими діагоналями $A = (a_{ij})_{9 \times 9}$, $\hat{A} = (\hat{a}_{ij})_{11 \times 11}$ та векторів $B = (b_i)_{9 \times 1}$, $\hat{B} = (\hat{b}_i)_{11 \times 1}$. В ході розрахунків отримано наступні результати:

		0,20	0,78	-3,16	0,63	2,29	-9,84	5,86	-0,05		6495
	0,48		-0,70	2,21	0,76	-2,28	6,21	-4,36	0,05		15337
	0,87	-0,33		3,74	-0,41	-2,68	11,61	-7,33	0,05		490
	-0,25	0,07	0,26		0,14	0,71	-3,11	1,93	-0,01		492
A=	0,66	0,33	-0,39	1,89		-0,93	6,12	-3,34	0,02	B=	-14055
	0,34	-0,14	-0,35	1,33	-0,13		4,13	-2,57	0,02		219
	-0,08	0,02	0,08	-0,32	0,05	0,22		0,62	0,00		194
	0,12	-0,04	-0,13	0,50	-0,06	-0,35	1,58		0,00		-138
	-3,98	1,74	3,34	-12,77	1,72	8,93	-29,79	18,30			355

		-0,32	0,05	0,45	-2,82	9,64	-0,02	2,93	7,18	-12,46	1,84		-1516
	-0,20		0,04	0,40	-1,13	5,18	1,09	1,39	4,16	-7,08	0,69		-637
	0,17	0,20		-0,39	3,43	-4,73	0,14	-2,20	-4,92	8,09	-2,01		2635
	0,75	1,06	-0,19		3,69	-10,90	-0,36	-3,03	-8,13	13,58	-3,03		4974
A=	-0,24	-0,15	0,08	0,19		2,81	0,01	0,87	2,17	-3,67	0,70	B=	-910
	0,08	0,07	-0,01	-0,06	0,29		-0,05	-0,29	-0,74	1,30	-0,19		202
	-0,01	0,64	0,01	-0,08	0,04	-1,94		-0,47	-1,77	3,07	0,31		-1087
	0,27	0,21	-0,06	-0,17	0,96	-3,19	-0,12		-2,43	4,26	-0,62		628
	0,10	0,09	-0,02	-0,07	0,36	-1,23	-0,07	-0,37		1,69	-0,23		225
	-0,06	-0,05	0,01	0,04	-0,21	0,73	0,04	0,22	0,57		0,13		-139
	0,26	0,16	-0,08	-0,26	1,18	-3,13	0,12	-0,95	-2,31	3,97			1669

Етап 2. Аналіз чутливості. На цьому етапі проводиться аналіз типу «Що-якщо». Значення факторів фіксуються на показниках останнього року та почергово змінюються вхідні показники, скажімо, на 10 %. При цьому досліджується зміна вихідного показника як в абсолютних, так і відносних величинах. Такий аналіз дозволяє побудувати тактику розвитку на один період часу, в нашому випадку – 1 рік. Результати аналізу приведені в таблицях 7 та 8.

Аналіз чутливості регресивних моделей при зміні вхідних показників на 10 % і для України і для Румунії (таблиці 7 і 8) виявляє економічну неадекватність показників. Наприклад, приріст ВДВ переробної промисловості в Україні на 10 % нібито «провокує» падіння обсягів ВДВ від діяльності транспорту та зв'язку (x_6) і від охорони здоров'я та надання соціальної допомоги (x_8) і таке інше.

Теж саме по Румунії. Так, зростання на 10 % ВДВ, виробленої в оптовій та роздрібній торгівлі, ремонті автотранспортних засобів, мотоциклів, побутових виробів та предметів, радикально «підкошує» виробництво ВДВ у фінансовому та страховому посередництві (r_6), освіті (r_9), держуправлінні та обороні, обов'язковому соціальному забезпеченні (r_8).

Це означає наступне. Оскільки, по-перше, зміст і аналіз кожного коефіцієнта таблиць надзвичайно місткий, а, по друге, існуюче в статистиці групування ВЕД унеможливорює детальне вивчення чинників впливу, результати розрахунків випадають з економічної логіки і унеможливають гарантування адекватності прогнозних показників і висновків. Тому для врахування взаємовпливу між ВЕД пропонується скористатися методами SoftComputing.

Таблиця 7

Аналіз чутливості регресійних моделей при зміні вхідних показників на 10 % для України

Вихідні величини		Вхідні величини								
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
x_1	млн грн		92891	176404	34410	210975	137034	61203	47197	276628
	Приріст		6,04 %	5,78 %	-7,36 %	3,60 %	2,79 %	-1,40 %	2,87 %	-13,71 %
x_2	млн грн	112061		163925	37771	206534	132093	62250	45561	335743
	Приріст	1,57 %		-1,70 %	1,69 %	1,42 %	-0,91 %	0,29 %	-0,70 %	4,72 %
x_3	млн грн	123254	75977		41491	197179	127457	63443	43677	376121
	Приріст	11,72 %	-13,27 %		11,70 %	-3,17 %	-4,39 %	2,21 %	-4,80 %	17,32 %
x_4	млн грн	98570	95813	180697		210659	138248	60894	47744	273036
	Приріст	-10,66 %	9,38 %	8,35 %		3,45 %	3,70 %	-1,90 %	4,06 %	-14,84 %
x_5	млн грн	123183	103092	158327	40007		130641	63016	44567	355685
	Приріст	11,65 %	17,69 %	-5,06 %	7,71 %		-2,00 %	1,52 %	-2,86 %	10,94 %
x_6	млн грн	140771	57239	131087	46536	191187		65047	41161	439549
	Приріст	27,60 %	-34,66 %	-21,39 %	25,28 %	-6,11 %		4,80 %	-10,29 %	37,10 %
x_7	млн грн	49207	126146	238859	17863	241662	158968		55718	135606
	Приріст	-55,40 %	44,00 %	43,23 %	-51,91 %	18,67 %	19,25 %		21,44 %	-57,70 %
x_8	млн грн	137197	67602	133194	45997	188315	121514	64922		404441
	Приріст	24,36 %	-22,83 %	-20,13 %	23,83 %	-7,52 %	-8,85 %	4,59 %		26,15 %
x_9	млн грн	108751	89255	168247	36748	204354	133831	61976	46029	
	Приріст	-1,43 %	1,89 %	0,89 %	-1,07 %	0,35 %	0,39 %	-0,15 %	0,32 %	

Джерело: розраховано авторами на основі даних Державної служби статистики України.

Таблиця 8

Аналіз чутливості регресійних моделей при зміні вхідних показників на 10 % для Румунії

Вихідні величини		Вхідні величини										
		r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	r_{10}	r_{11}
r_1	млн лей		112496	47826	28736	55519	11935	70930	23172	18745	15642	54759
	Приріст		-0,52 %	1,05 %	8,40 %	-1,25 %	2,10 %	-0,02 %	3,61 %	1,64 %	-1,13 %	1,45 %
r_2	млн лей	26203		49593	38490	54511	12491	78154	24690	19509	15204	55750
	Приріст	-12,07 %		4,78 %	45,19 %	-3,05 %	6,85 %	10,16 %	10,40 %	5,78 %	-3,90 %	3,28 %
r_3	млн лей	30029	113259		25613	56620	11635	71015	22084	18346	15874	53587
	Приріст	0,77 %	0,15 %		-3,38 %	0,70 %	-0,47 %	0,10 %	-1,25 %	-0,52 %	0,34 %	-0,73 %
r_4	млн лей	30978	114131	46296		56713	11543	70740	21922	18260	15923	53299
	Приріст	3,96 %	0,92 %	-2,18 %		0,87 %	-1,26 %	-0,29 %	-1,98 %	-0,98 %	0,65 %	-1,26 %
r_5	млн лей	13955	106756	66639	47237		13296	71146	27788	20493	14639	60624
	Приріст	-53,17 %	-5,60 %	40,80 %	78,19 %		13,74 %	0,28 %	24,25 %	11,12 %	-7,47 %	12,31 %
r_6	млн лей	41062	119138	41798	13780	59509		68680	18643	17010	16675	50319
	Приріст	37,79 %	5,35 %	-11,68 %	-48,02 %	5,84 %		-3,20 %	-16,64 %	-7,76 %	5,40 %	-6,78 %
r_7	млн лей	29693	120842	48300	23963	56282	11367		21510	17952	16108	54843
	Приріст	-0,36 %	6,86 %	2,05 %	-9,61 %	0,10 %	-2,76 %		-3,82 %	-2,65 %	1,82 %	1,60 %
r_8	млн лей	36338	116183	42411	19748	58178	11035	69890		17613	16314	51852
	Приріст	21,94 %	2,74 %	-10,39 %	-25,51 %	3,47 %	-5,61 %	-1,49 %		-4,49 %	3,12 %	-3,94 %
r_9	млн лей	43046	120762	38259	11517	60217	10328	67674	17884		16877	49725
	Приріст	44,45 %	6,79 %	-19,16 %	-56,55 %	7,10 %	-11,66 %	-4,61 %	-20,03 %		6,68 %	-7,88 %
r_{10}	млн лей	10083	101882	60136	47993	50414	13745	75809	29105	21109		60257
	Приріст	-66,17 %	-9,91 %	27,06 %	81,04 %	-10,33 %	17,57 %	6,85 %	30,14 %	14,46 %		11,63 %
r_{11}	млн лей	39742	116799	36495	10173	59993	10676	72630	19017	17203	16545	
	Приріст	33,36 %	3,28 %	-22,89 %	-61,63 %	6,70 %	-8,68 %	2,37 %	-14,97 %	-6,72 %	4,58 %	

Джерело: розраховано авторами на основі даних Державної служби статистики України.

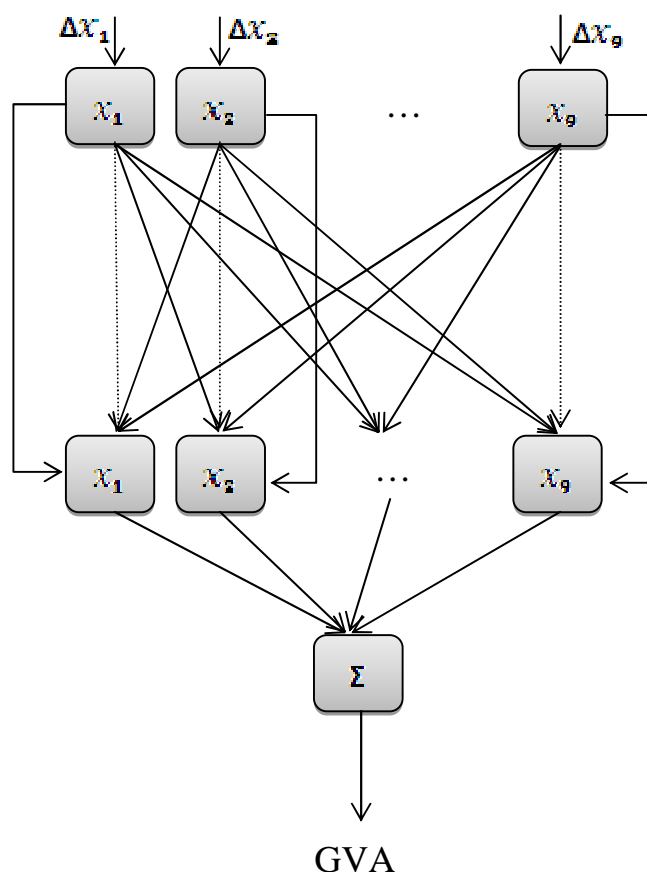


Рис. 2. Нейронна мережа Хопфілда для розрахунку валової доданої вартості [3].

Етап 3. Побудова нейронної мережі Хопфілда. Як видно з рівнянь (5) та (6) значення валової доданої вартості будь-якого виду економічної діяльності може бути виражене через інші. Для аналізу таких систем зручно використовувати лінійні нейронні мережі зі зворотними зв'язками – мережі Хопфілда [3, 4] у випадку моделі для України вона представлена на рис 2. Суцільні стрілки показують вплив одних нейронів (факторів) на інші. Пунктирні лінії показують відсутність зв'язку між нейронами та відповідають нульовим коефіцієнтам матриці A . Зворотні зв'язки передають сигнали з другого прошарку нейронів на перший без зміни. На початковому етапі на перший прошарок подаються значення валової доданої вартості за останній рік (2011). Для розрахунку значень другого прошарку, а відповідно і першого на другому кроці ітерацій, в використовується наступний вираз:

$$X^{it+1} = X^{it} \cdot W + F \quad (7)$$

де X^{it} – вектор першого прошарку для it -ї ітерації, W та F коефіцієнти лінійної регресії, що пов'язують види економічної діяльності. Зокрема для України: $X^1 = (x_i)_{9}^{2011}$, $W = A$, $F = B$ і відповідно для Румунії $X^1 = (r_i)_{11}^{2010}$, $W = A$, $F = B$.

Як видно, в обох випадках діагональні елементи матриці W є нульовими, однак матриця не є симетричною. Несиметричність матриці W відображається також на результатах аналізу чутливості (табл. 6 та 7). Симетричність матриці

означала би, що між всіма видами економічної діяльності є рівноправні прямі та обернені взаємозв'язки. На сьогодні спостерігається домінантна динаміка розвитку одних ВЕД порівняно з іншими. Отже, як показано в роботі [5], ця нейронна мережа не може бути стійкою. Для перевірки цього факту достатньо провести декілька ітерацій співвідношення (12) та прослідкувати динаміку зміни GVA , що розраховується як сума елементів вектора X^{it} (табл. 9).

Таблиця 9

Зміна значень сумарної доданої вартості залежно від ітерацій

Ітерація	1	2	3	4	5	6
GVA Україна	1167330	1171753	1150180	1264256	658830	1167330
GVA Румунія	466191	465771	469341	447138	590492	466191
Ітерація	7	8	9	10	11	12
GVA Україна	3869744	-13162672	77183723	-402050797	2140003807	3869744
GVA Румунія	-329278	5577247	-32347406	211164616	-1352406736	-329278

Джерело: розраховано авторами.

Як видно з таблиці, протягом перших 5 ітерацій величина GVA слабо змінюється. Ці зміни пов'язані в основному із помилками заокруглення розрахунків. У випадку стійкої мережі такі помилки не приводять до сильних коливань мережі. Однак починаючи з 6 ітерації ці коливання стають суттєвими та мають катастрофічні наслідки.

Отже, апроксимуючи ці результати на предметну область, можна констатувати, що в системі з нерівноправними зв'язками між видами економічної діяльності відсутні процеси самоорганізації. Тобто в залишеній без державного регулювання системі через певний час починаються незворотні деструктивні процеси.

Етап 4. Побудова стратегії розвитку. Для уникнення таких явищ необхідно розробити ефективну стратегію впливу на кожний фактор моделі на початку кожного кроку ітерації. Продемонструємо це на прикладі України. У випадку Румунії замість коефіцієнтів хвиступатимуть g_j відповідно зміняться розмірності в сумах. Це можна здійснити, ввівши в нейронну мережу додаткові входи Δx_j (рис.2). Семантичний зміст яких – зовнішній вплив на фактори x_j збоку держави чи інвесторів. Фактично вони відображають збільшення доданої вартості від j -го виду економічної діяльності, до якого призвело ефективне державне регулювання перед наступним кроком ітерації. Кожен крок ітерації є аналогом звітного періоду та рівний 1 року. Представлена у вигляді нейронної мережі Хопфілда модель дозволяє дослідити декілька можливих стратегій управління розвитком регіону. Для прикладу розглянуто часовий період 5 років. При цьому найбільш поширеними є 3 стратегії.

Стратегія №1. Розробка стратегічного плану на 5 років з постійним незмінним стимулюванням всіх видів економічної діяльності. Тобто

знаходження таких факторів впливу $\Delta X = \{\Delta x_j\}_{j=\overline{1,9}}$, які залишаються не змінними протягом 5 років.

Тоді задача зводиться до наступної:

$$GVA(2015) = GVA^5 = \sum_{j=1}^9 [(x)_j]^6 \rightarrow \max \quad (8)$$

при обмеженнях:

$$\begin{aligned} X^{it+1} &= (X^{it} + \Delta X) \cdot W + F, i = \overline{1,5} \\ 0 \leq \Delta x_j &\leq p_j [(x)_j]^i, j = \overline{1,9} \\ [(x)_j]^i &\geq 0 \end{aligned}$$

де p_j – максимально допустимий відсоток збільшення фактору $[(x)_j]^i$.

Стратегія №2. Динамічна стратегія, що передбачає побудову окремої оптимальної стратегії на кожний наступний рік зі щорічною зміною величин факторів впливу. Це призводить до збільшення загальної кількості змінних рішення $\Delta X^i = \{\Delta x_j\}_{j=\overline{1,9}, i=\overline{1,5}}$, що відповідно до теорії динамічних систем може призвести до покращення результатів. Однак при цьому для побудови стратегії на 5 років необхідно для кожного року розв'язувати окрему задачу лінійного програмування, в кожній з яких кількість змінних рішення залишається на рівні попереднього випадку:

$$GVA^{i+1} = \sum_{j=1}^9 [(x)_j]^{i+1} \rightarrow \max, i = \overline{1,5} \quad (9)$$

при обмеженнях:

$$\begin{aligned} X^{it+1} &= (X^{it} + \Delta X^{it}) \cdot W + F, i = \overline{1,5} \\ 0 \leq [(\Delta x)_j]^i &\leq [(p)_j]^i [(x)_j]^i, j = \overline{1,9} \\ [(x)_j]^i &\geq 0 \end{aligned}$$

де $(p_j)^i$ – максимально допустимий відсоток збільшення фактору $[(x)_j]^i$ в період i .

Стратегія №3. Динамічна стратегія максимізації однієї цільової функції лише в кінці 5 року. Кількість змінних рішення цієї задачі складає $K = 5 \cdot 9 = 45$. Обмеження аналогічні попередньому випадку, а цільова функція має вигляд (8). Згідно теорії динамічних систем така стратегія має бути найбільш ефективною [6].

Комп'ютерний експеримент.

Як видно з рівнянь (8)-(9) кожен крок ітерації може представляти собою задачу лінійного програмування. Тому побудова стратегії 2-го типу не викликає ніяких ускладнень та знаходиться за допомогою симплекс методу. Задачі оптимізації першої та третьої стратегії, за рахунок ітераційних розрахунків

векторів X_{it} , відносяться до задач нелінійного програмування. Як показали розрахунки, цільова функція є нелінійною та містить локальні екстремуми, що унеможливорює використання методу зведеного градієнта [7], оскільки його розв'язок залежить від початкових значень змінних рішення. При невірному виборі цей метод знаходить локальний екстремум замість глобального. Як показали наші подальші розрахунки, в цьому випадку саме так і відбувається.

Таблиця 10

Результати розрахованих стратегій розвитку для України

	9.1.с/г, мисливство, лісове господарство	9.2. добувна промисловість	9.3. переробна промисловість	9.5. будівництво	9.6. Торгівля; ремонт автомобілів, побутових виробів та предметів особистого вжитку	9.7. діяльність транспорту та зв'язку	9.8. освіта	9.9. охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	9.10. інші види економічної діяльності
	X_{1t}	X_{2t}	X_{3t}	X_{5t}	X_{6t}	X_{7t}	X_{8t}	X_{9t}	
	Реалії								
	-1 %	8 %	23 %	34 %	29 %	28 %	27 %	24 %	18 %
	28 %	15 %	29 %	41 %	30 %	22 %	18 %	20 %	44 %
	9 %	43 %	35 %	13 %	36 %	11 %	28 %	28 %	21 %
	1 %	23 %	26 %	29 %	22 %	18 %	26 %	27 %	30 %
	16 %	44 %	31 %	44 %	39 %	25 %	25 %	27 %	47 %
	37 %	71 %	15 %	-4 %	38 %	24 %	32 %	30 %	40 %
	1 %	-25 %	-14 %	-26 %	-1 %	11 %	13 %	18 %	4 %
	26 %	61 %	12 %	51 %	27 %	14 %	13 %	22 %	8 %
	34 %	33 %	5 %	14 %	24 %	20 %	12 %	9 %	11 %
	Стратегія 1								
2011-2015	1 %	5 %	7 %	2%	4 %	2 %	3 %	2 %	5 %
	Стратегія 2								
2011	10 %	7 %	10 %	0 %	10 %	10 %	10 %	6 %	10 %
2012	9 %	10 %	10 %	0 %	10 %	10 %	10 %	6 %	10 %
2013	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
2014	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
2015	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Стратегія 3								
2011	6 %	8 %	6 %	6 %	8 %	8 %	8 %	3 %	3 %
2012	3 %	7 %	2 %	7 %	4 %	2 %	9 %	0 %	6 %
2013	1 %	1 %	8 %	5 %	2 %	7 %	9 %	2 %	1 %
2014	5 %	9 %	4 %	8 %	2 %	8 %	9 %	5 %	2 %
2015	10 %	1 %	8 %	6 %	7 %	2 %	0 %	8 %	1 %

Джерело: розраховано авторами на основі даних Державної служби статистики України.

Іншим прогресивним оптимізаційним методом є генетичний алгоритм. Згідно якого значення змінних рішення є аналогом генів живих істот. А цільова функція визначає стан істоти, що володіє певними генами. Генетичний алгоритм випадковим чином генерує популяцію істот (в розрахунках популяція складала 100 істот). Після чого моделюються процеси схрещування та мутації цих істот, згідно теорії Дарвіна [8, 9]. Перевагою цього методу є те, що результат оптимізації не залежить від початкових значень змінних рішення. Знайдене значення знаходиться в околі глобального екстремуму. Недоліком є повільний час розрахунку (в нашому випадку близько 30 хв. для кожної оптимізації). Крім того знайдене значення не є оптимальним (знаходиться біля оптимального значення). Особливістю цього методу є те, що він дозволяє незначно порушувати обмеження.

Отже генетичний алгоритм використовувався для знаходження початкового наближення оптимального розв'язку, яке далі уточнювалось класичним методом зведеного градієнта. Розрахунки проводились в наближенні, що максимальний відсоток збільшення факторів впливу $(p_j)^i = p_j = 10\%$.

Отримані в результаті розрахунків стратегії розвитку представлені в табл. 10 та 11.

Таблиця 11

Результати розрахованих стратегій розвитку для Румунії

	Сільське господарство, лісове господарство та рибальство	Переробна промисловість	Будівництво	Оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів, мотоциклів, побутових виробів та предметів	Транспортування та зберігання; інформація та комунікації	Фінансове та страхове посередництво	Операції з нерухомим майном, оренда та комерційна діяльність	Державне управління та оборона, обов'язкове соціальне забезпечення	Освіта	Охорона здоров'я та соціальна допомога	Інші види діяльності
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	r_{10}	r_{11}
Реалії											
2000	22 %	70 %	44 %	35 %	48 %	30 %	47 %	89 %	42 %	46 %	43 %
2001	75 %	52 %	59 %	29 %	45 %	86 %	58 %	23 %	34 %	15 %	26 %
2002	11 %	25 %	39 %	21 %	24 %	68 %	38 %	43 %	43 %	113 %	32 %
2003	32 %	21 %	31 %	36 %	34 %	-4 %	16 %	103 %	38 %	28 %	15 %
2004	36 %	29 %	29 %	28 %	28 %	52 %	20 %	-6 %	37 %	24 %	19 %
2005	-22 %	18 %	29 %	26 %	18 %	4 %	30 %	26 %	17 %	25 %	19 %
2006	11 %	18 %	35 %	24 %	19 %	6 %	22 %	10 %	12 %	9 %	24 %
2007	-11 %	20 %	48 %	23 %	25 %	28 %	24 %	22 %	11 %	23 %	19 %
2008	42 %	16 %	48 %	25 %	31 %	44 %	5 %	24 %	45 %	35 %	11 %
2009	-5 %	-2 %	-6 %	-13 %	2 %	-1 %	3 %	1 %	-2 %	0 %	11 %
2010	-8 %	14 %	-10 %	-44 %	-4 %	4 %	35 %	-9 %	7 %	14 %	30 %
Стратегія 1											
2010-2014	10 %	10 %	0 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	4 %	0 %

Стратегія 2											
2010	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	5 %	0 %
2011	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	5 %	0 %
2012	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	9 %	0 %
2013	10 %	10 %	0 %	10 %	10 %	0 %	10 %	0 %	0 %	10 %	0 %
2014	10 %	10 %	0 %	10 %	10 %	0 %	10 %	0 %	0 %	10 %	0 %
Стратегія 3											
2010	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
2011	10 %	10 %	0 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	4 %	0 %
2012	10 %	10 %	0 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	0 %	0 %
2013	10 %	10 %	0 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	0 %	1 %
2014	10 %	10 %	0 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	0 %	2 %

Джерело: розраховано авторами на основі даних Державної служби статистики України.

Результати розрахунку динаміки GVA згідно 3-х розрахованих стратегій в порівнянні з двома трендовими прогнозами представлено на рис.3.

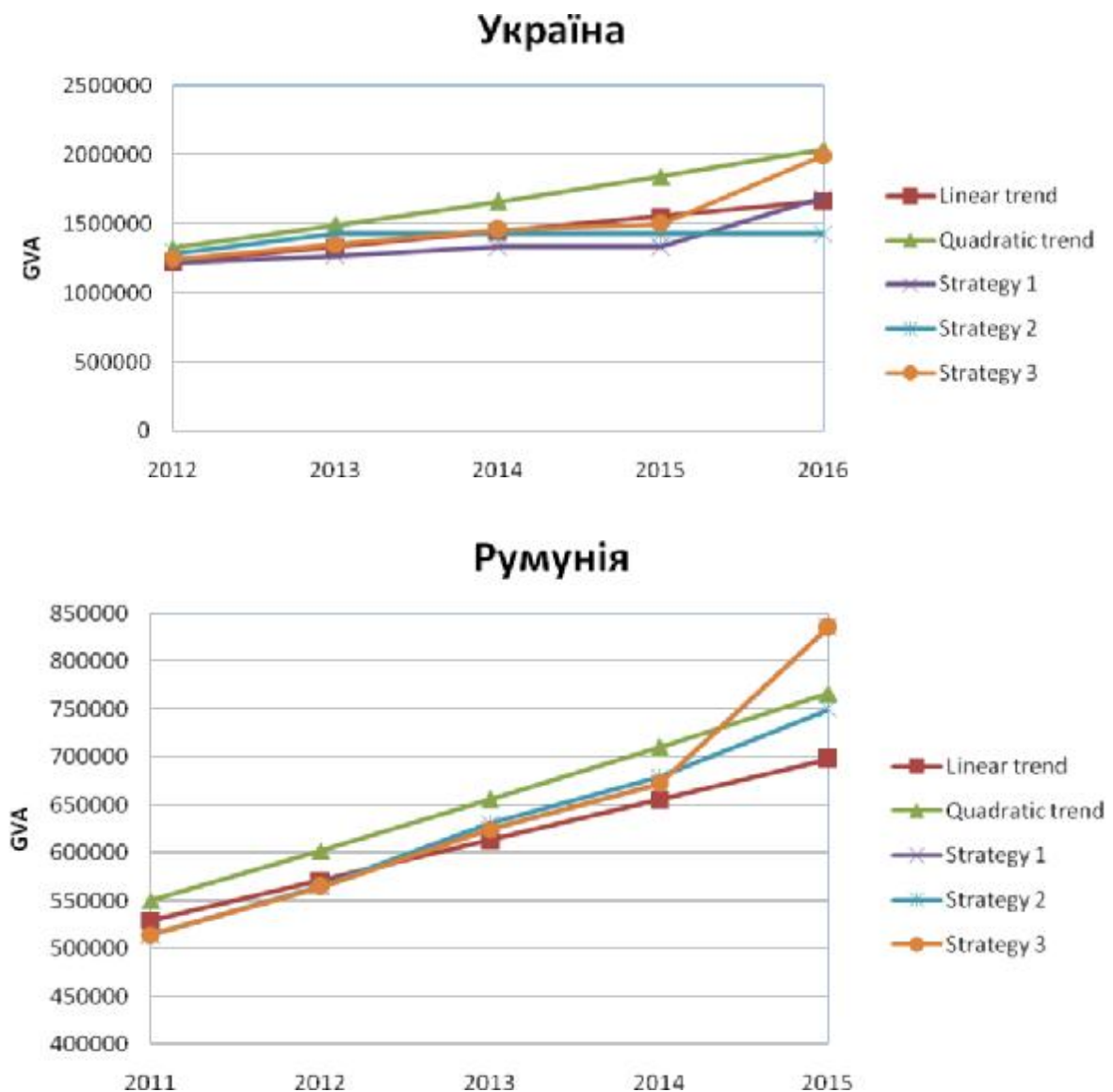


Рис. 3. Динаміка GVA України та Румунії залежно від стратегій розвитку

Джерело: розраховано авторами на основі даних Державної служби статистики України.

Як видно з рисунків для України, в порівнянні з трендовими прогнозами на 2016 рік (1662892 млн грн та 2034955 млн грн) регулювання згідно з першою стратегією дозволить через 5 років отримати сумарну валову додану вартість на рівні 1690995 млн грн, що знаходиться в межах прогнозу лінійного тренду. Натомість управління за другою стратегією призведе до гірших результатів (1426129 млн грн) Цікавим є те, що згідно цієї стратегії на перших 2-х роках спостерігається стрімке зростання GVA, що випереджатиме за темпами першу та третю стратегію. Однак на 3-му році такого управління економіка виходить на насичення і 3 роки не спостерігатиметься зростання GVA. Його зростання потребуватиме структурних змін в економіці, що призведе до необхідності побудови нових моделей, для яких будуть відсутні статистичні дані, а це в свою чергу унеможливить науково-обґрунтований кількісний проноз. Тобто таке керування в умовах України є не припустимим. Третя стратегія виявилась найбільш ефективною. На 5 році прогнозу можливо практично досягнути показників квадратичного прогнозу: 1994313 млн грн.

Таблиці 9 і 10 дають уяву, за яких орієнтовних темпів та пропозицій розвитку ВЕД можна досягти максимуму виробництва ВДВ в цілому по країні.

Зауважимо, що обсяг будь-якої статті не дозволяє продемонструвати детальний аналіз взаємозв'язків і взаємовпливів по кожному фактору. Це має робитися безпосередньо авторами стратегій розвитку як отримувачами необхідної офіційної статистичної інформації.

Цікавим є те, що для підтримки лінійного зростання економіки в Україні спостерігаються зміни показників економічної діяльності, що значно перевищують 10 % (табл. 9). Тобто, дотримуючись стратегії 3, можна несуттєво стимулювати види економічної діяльності (до 10 % щорічно) досягнути зростання на рівні квадратичного тренду. Отже ця стратегія дозволить без потрясінь економіки суттєво підвищити її ефективність

Стосовно Румунії можна відзначити, що стратегія 2 дозволяє підвищити ефективність економіки. Як показує прогноз, зростання GVA знаходиться в межах лінійного та квадратичного тренду. Точки насичення, як у випадку України, не спостерігається. Цікавим є те, що результати першої та третьої стратегій для Румунії практично співпадають. Дотримуючись них можна на 9% перевищити самий оптимістичний квадратичний тренд. Отже у випадку Румунії теж оптимальною є побудова стратегій на декілька років вперед, на відміну від щорічного планування. Схожість результатів розрахунку 1 та 3 стратегії свідчить про більшу стійкість економіки Румунії на відміну від України.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Запропоновано додатковий метод розробки стратегії соціально-економічного розвитку на основі SoftComputing, який на відміну від класичних підходів дозволяє провести кількісний аналіз розрахованих варіантів стратегій країн.

Економічні системи країн не є самоорганізовані та потребують ефективного державного регулювання. При не оптимально обраній стратегії в системах спостерігатимуться неконтрольовані коливання, що можуть призвести до економічної кризи та «колапсу» економіки системи.

Розробленими математичними моделями оптимізовано стратегії 3-х типів та кількісно досліджена їх ефективність. Найбільш ефективною виявилась динамічна стратегія регулювання з максимізацією цільової функції в кінці досліджуваного періоду. Встановлено, що державне регулювання, яке базується на науково-обґрунтованому кількісному підході з використанням передових математичних моделей SoftComputing, дозволяє побудувати міцний науковий фундамент, як основи для подальшого стрімкого зростання економіки країн.

На відміну від існуючої практики запропоновано доповнити існуючі підходи та використовувані нині методи визначення пріоритетів у стратегіях соціально-економічного розвитку країн об'єктивними кількісними методами, які орієнтують на виробництво максимуму ВДВ.

Список використаних джерел

1. Балакірева О.М. Взаємозв'язок економічної нерівності соціального відтворення та соціальної мобільності / О.М. Балакірева, А.М. Ноур // Економіка України. – 2012. – № 8 (609). – С. 86–96.
2. Katsikatsou M. Pair wise Likelihood Estimation for factor analysis models with ordinal data./ Katsikatsou M., Moustaki I., Yang-Wallentin F. and Jöreskog K. // Computational Statistics and Data Analysis. – 2012. – № 56. – Pp. 4243–4258.
3. Hopfield J.J. Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities / Hopfield J.J. // Proc. Natl. Acad. Sci.–1982. – Vol. 79. – pp. 2554–2558.
4. Atencia M. Hopfield Neural Networks for Parametric Identification of Dynamical Systems / M. Atencia, G. Joya, and F. Sandoval // Neural Processing Letters. – 2005. – vol. 21. – Pp. 143–152.
5. Cohen M.A. Absolut estabily of global pattern formation and parallel memory storage by compatitive neural networks / M.A. Cohen, S.G.Grossberg // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics 13. – Pp. 15–26.
6. Мур Джеффри Экономическое моделирование в Microsoft Excel, 6-е изд. / Дж. Мур, Л.Р. Уэдерфорд, и др. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.
7. Максимов Ю.А. Алгоритмы решения задач нелинейного программирования. / Ю.А. Максимов, Е.А. Филиповская – М.: МИФИ, 1982. – 52 С.
8. Zhang. J. Clustering-Based Adaptive Crossover and Mutation Probabilities for Genetic Algorithms / J. Zhang., H. Chung, W.L. Lo. // IEEE Transactions on Evolutionary. Computation. – 2007. Vol. 11, no. 3. – Pp. 326–335.
9. Akbari Ziarati. A multi level evolutionary algorithm for optimizing numerical functions / ИИЕС. – 2001. – № 2. – Pp. 419–430.