

ПРОБЛЕМИ НАЦІОНАЛЬНОЇ ТА РЕГІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

УДК 330.31: 339.9

ВИЗНАЧЕННЯ СТРАТЕГІЙ ЗРОСТАННЯ ВАЛОВОЇ ДОДАНОЇ ВАРТОСТІ УКРАЇНСЬКОЇ ЕКОНОМІКИ НА ОСНОВІ SOFTCOMPUTING

Дугінець Г.В., к.е.н.

Київський національний торговельно-економічний університет

В статті наведено результати визначення стратегій зростання валової доданої вартості української економіки на основі SoftComputing. В процесі дослідження визначено що вирішення наявних проблем в економіці України залежить від створення конкурентних умов розвитку внутрішнього ринку як основи для високо-технологічної модернізації промислових підприємств та вибудовування на цій основі ланцюгів створення вартості. Обґрунтовано використання для аналізу наявних перспектив включення України у глобальні ланцюги вартості показник валової доданої вартості (ВДВ). В процесі дослідження 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. Використання економіко-математичного методу прогнозування на основі нейронних мереж Хопфілда дозволило побудувати 4 стратегії зростання ВДВ України. Отримано висновок, що стратегія 3 виявилася найбільш ефективною. За умови її реалізації протягом перших 4-х років буде накопичене «внутрішню потенціальну енергію» економічної системи країни, тобто буде створено стабільний фундамент для подальшого різкого зростання економіки. Причому динамічне стратегічне планування на 5 років показує на 40% кращий результат ніж стабільне стратегічне планування та на 61% більше ніж сучасна стратегія розвитку.

Ключові слова: глобальні ланцюги вартості, трансформація виробництва, валова додана вартість, види економічної діяльності, сценарії зростання, нейронні мережі Хопфілда

УДК 330.31: 339.9

DETERMINING STRATEGIES FOR INCREASING UKRAINE'S GROSS VALUE ADDED WITH THE HELP OF SOFTCOMPUTING

Duginets G., PhD in Economics

Kyiv National University of Trade and Economy

The article presents the results of determining strategies for increasing gross value added of Ukraine's economy by means of Softcomputing. In the course of the research, it was

determined that the solution of the existing problems in the Ukrainian economy depends on creating competitive conditions for the development of the domestic market as a basis for high-tech modernization of industrial enterprises and building on this basis of value-creating chains. The use of the Gross Value Added (GVA) indicator for the inclusion of Ukraine in global value chains is substantiated. The study substantiates the urgent need to refine the strategies of socio-economic development in order to recreate and correct such a structure of economic activities that can gradually offset the existing differentiation and asymmetry. To this end, an algorithm based on the principles of SoftComputing is proposed. Through the use of the economic mathematical method and Hopfield neural networks, four strategies for increasing GVA growth in Ukraine have been proposed. It is concluded that strategy 3 is the most effective of the proposed. If it is to be implemented, during the first 4 years, "internal potential energy" will be accumulated in the country's economic system, that is, a stable foundation for further sharp economic growth will be created. Moreover, dynamic strategic planning for 5 years shows a 40% better result than stable strategic planning and 61% better than the current development strategy.

Keywords: global cost chains, production transformation, gross value added, types of economic activity, growth scenarios, Hopfield neural networks

Актуальність проблеми. Необхідність подолання кризових явищ в розвитку економіки нашої країни в умовах глобальної трансформації виробництва визначили необхідність вироблення нового організаційно-економічного механізму постіндустріального розвитку України. Серед основних проблем слід зазначити деконцентрацію конкурентних переваг в промисловості України в умовах її інтеграції в світову економічну систему, які викликані в першу чергу неефективною структурою поєднання технологічних укладів у вітчизняній економіці, а також наявними проблемами у соціально-економічній, екологічній, етнокультурній, громадсько-політичній сферах тощо. Можливості ефективного вирішення наявних проблем в значній мірі залежатимуть від стратегічної успішності механізмів створення конкурентних умов розвитку внутрішнього ринку як основи для високо-технологічної модернізації промислових підприємств та вибудовування на цій основі більш ефективних ланцюгів створення товарів з високою доданою вартістю [14].

У світовій практиці найбільш поширеним є аналіз з використанням індикаторів на основі національних таблиць «витрати - випуск». З використанням цього принципу створено за підтримки Єврокомісії в 2013 р. всесвітню базу даних «Витрати-Випуск» (World Input-Output

Database (WIOD) [12]. Також за спільною ініціативою ОЕСР та СОР створено базу даних «Торгівля доданою вартістю» (Trade in Value Added - TiVA) [15], основа якої, є також таблиці "витрати-випуск", та яка являє собою результат розкладання торгових потоків на складові за принципом походження та призначення доданої вартості. Але на жаль в зазначених статистичних базах відсутні дані по українській економіці, й взагалі станом на травень 2017 року є дані за майже 70 країнами лише до 2011 р. (TiVA) та за 43 країнами до 2014 р. (WIOD). Тому пропонуємо для аналізу наявних перспектив включення України у глобальні ланцюги вартості прийняти за основу гіпотезу, що зростання обсягів валової доданої вартості (ВДВ) в країні призведе до покращення позицій українських підприємств в системі глобального виробництва. Враховуючі те, що показник ВДВ є одним із головних у національній і міжнародній статистиці, зазначимо, що саме його аналіз характеризує ефективність функціонування економічної системи та дозволяє оцінювати стан і динаміку змін параметрів національної економіки, визначити структурні диспропорції її розвитку.

Аналіз останніх наукових досліджень. В економічній теорії поняття «добавленная стоимость» являється устоявшимся і існує на протязі тривалого періоду часу. Теоретичні основи сучасної концепції економічної добавленої вартості ґрунтуються на дослідженнях Рея Р. і Расса Т. «Economic Value Added: Theory, Evidence, A Missing Link» [13]. Щодо українських науковців, то аналізу доданої вартості на різних рівнях функціонування економічних систем присвячені наукові праці Гірної О.Б., Глинського Н. Ю. [1], Коваленка О. В. [2], Кравцової І. В. [3], Мазаракі А.А. [16], Нікішиної О. В. [6], Хорунжого М. Й. [8] та інших вчених.

Високо оцінюючи результати, отримані згаданими дослідниками, необхідно відзначити, що рішення наукової проблеми, яка пов'язана з розробкою стратегій збільшення ВДВ за рахунок прогнозування зміни структури ВЕД, до сих пір ще не сформовані.

Таким чином, **метою** дослідження є визначити на перспективу склад і динаміку (темпи і пропорції) розвитку відповідних умовам країн видів економічної діяльності, котрі забезпечують збільшення ВДВ, а також довести, що важливим критерієм оцінки ефективності вже розроблених стратегій може служити відхилення прогнозних значень від аналогічного прогнозу, розрахованого класичними трендовими моделями.

Виклад основного матеріалу. Цільовою функцією для побудови стратегії розвитку України була обрана валова додана вартість за видами економічної діяльності за 2000-2016 роки в основних цінах (млн. грн). Тому в подальших розрахунках для кожного виду діяльності використано відповідні позначення коду КВЕД 2010 (табл. 1). Необхідно зазначити також, що за період 2010-2013 рр. використано дані без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим і м. Севастополя, а за 2014-2016 рр. - також без частини зони проведення антитерористичної операції.

Таблиця 1 - Відповідність видів економічної діяльності коду КВЕД 2010

	Види економічної діяльності за КВЕД 2010	код КВЕД
1	Сільське, лісове та рибне господарство	A
2	Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	B
3	Переробна промисловість	C
4	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	D
5	Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	E
6	Будівництво	F
7	Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	G
8	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	H
9	Тимчасове розміщення й організація харчування	I
10	Інформація та телекомунікації	J
11	Фінансова та страхова діяльність	K
12	Операції з нерухомим майном	L
13	Професійна, наукова та технічна діяльність	M
14	Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	N
15	Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	O
16	Освіта	P
17	Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	Q
18	Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	R
19	Надання інших видів послуг	S, T

Джерело: складено автором за [7]

Задача зводилась до побудови стратегії розвитку видів економічної діяльності протягом 5 років з метою максимізації цільової функції. Для оцінки ефективності розроблених стратегій може служити відхилення прогнозних значень цільової функції від аналогічного прогнозу, розрахованого класичними трендовими моделями. Така модель передбачає розрахунок прогнозних значень при умові, що система буде розвиватись за усталеними тенденціями. В ході розрахунку були проаналізовані 25 класичних трендових функцій. Найкращі узгодження з

експериментальними даними показали лінійна та квадратична функції вигляду:

$$ВДВ_{line} = 109\,866 \cdot Y - 219\,795\,508, R = 0.95 \quad (1)$$

$$ВДВ_{quad} = 4\,870 \cdot Y^2 - 19\,451\,450 \cdot Y + 19\,419\,649\,777, R = 0.99 \quad (2)$$

де Y – рік, R – коефіцієнт кореляції.

Згідно розрахованих трендових моделей через 5 років при усталених тенденціях розвитку слід очікувати на 2021 рік наступних значень сумарної доданої вартості: 2 244 122.42 млн. грн згідно лінійного прогнозу та 2 967 357.8 млн. грн. якщо збільшення відбуватиметься за квадратичним розподілом. Як видно зі значень коефіцієнтів кореляції та візуального порівняння трендових залежностей з реальними даними (рис.1.), квадратичний прогноз більш адекватно відображає тенденцію розвитку економіки. Тому будемо розглядати саме цей прогноз як еталонний.

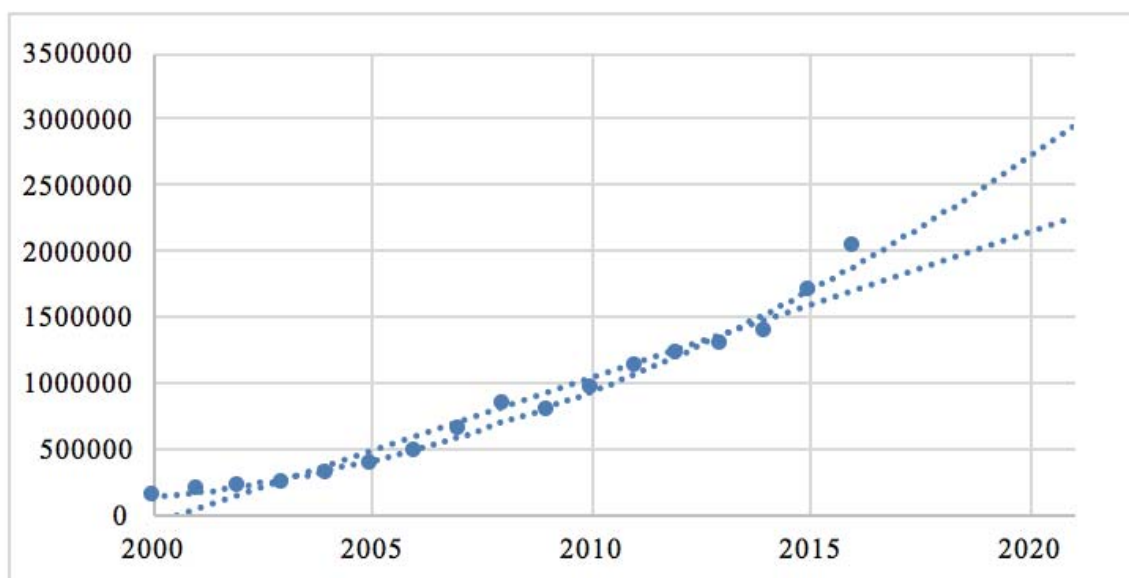


Рис.1. Динаміка зміни сумарної доданої вартості України.

Джерело: розраховано автором на основі даних Державної служби статистики України [7].

Для побудови стратегії розвитку країни необхідно знайти аналітичний вигляд функціональної залежності сумарної доданої вартості від її складових. Проблема полягає в тому, що відсутні дані про фактори, які впливають на складові x_i . Класичний підхід полягає в тому, що для кожного з x_i необхідно побудувати трендову модель, та на основі прогнозу по цим моделям визначити прогнозовані значення сумарної доданої вартості. Як показали розрахунки, при цьому отримуються аналогічні до попередніх трендових моделей результати. Недоліком

такого підходу є те, що не можна врахувати зв'язки між видами економічної діяльності, а отже і оптимізувати стратегію розвитку регіону. З іншого боку розрахунок цих зв'язки унеможлиблюється тим фактом, що аналізуються 19 видів економічної діяльності за 17 років. Отже для кожного фактору необхідно знайти залежність від інших 18 факторів за 17 років. Тобто кількість невідомих перевищує кількість рівнянь. Для подолання цього необхідно зменшити розмірність задачі за допомогою автокореляційного аналізу в якому розраховуються взаємні коефіцієнти кореляції між різними факторами (табл. 2).

Таблиця 2 - Матриця кореляційного аналізу видів економічної діяльності України

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S, T
A	1,00																		
B	0,92	1,00																	
C	0,93	0,96	1,00																
D	0,96	0,98	0,96	1,00															
E	0,77	0,90	0,92	0,84	1,00														
F	0,81	0,95	0,94	0,91	0,97	1,00													
G	0,95	0,99	0,97	0,99	0,89	0,94	1,00												
H	0,91	0,96	0,99	0,95	0,92	0,94	0,97	1,00											
I	0,88	0,98	0,97	0,95	0,95	0,96	0,97	0,98	1,00										
J	0,99	0,97	0,97	0,99	0,85	0,89	0,98	0,95	0,94	1,00									
K	0,77	0,91	0,91	0,86	0,96	0,95	0,92	0,93	0,95	0,85	1,00								
L	0,97	0,98	0,97	0,99	0,87	0,91	0,99	0,95	0,95	0,99	0,89	1,00							
M	0,95	0,97	0,97	0,98	0,86	0,91	0,99	0,96	0,95	0,99	0,90	1,00	1,00						
N	0,96	0,99	0,98	0,99	0,87	0,91	0,99	0,97	0,97	0,99	0,89	0,99	0,99	1,00					
O	0,97	0,97	0,98	0,99	0,87	0,91	0,99	0,96	0,96	1,00	0,88	0,99	0,99	0,99	1,00				
P	0,89	0,97	0,96	0,95	0,91	0,95	0,99	0,96	0,97	0,95	0,96	0,97	0,98	0,97	0,96	1,00			
Q	0,87	0,97	0,96	0,95	0,92	0,96	0,98	0,97	0,98	0,93	0,96	0,96	0,97	0,96	0,95	0,99	1,00		
R	0,91	0,95	0,94	0,95	0,86	0,91	0,97	0,93	0,93	0,95	0,92	0,98	0,98	0,96	0,96	0,99	0,96	1,00	
S, T	0,91	0,98	0,97	0,97	0,90	0,95	0,99	0,97	0,97	0,96	0,94	0,98	0,99	0,98	0,97	1,00	0,98	0,99	1,00

Джерело: розраховано автором на основі даних Державної служби статистики України [7].

Як видно з таблиці 2, між всіма складовими видами економічної діяльності існує тісний кореляційний зв'язок. При чому мінімальний коефіцієнт кореляції складає 0,76. Це означає що між більшістю факторів існує тісний лінійний зв'язок і найбільш взаємозалежні з них можна вилучити без втрати семантичних зв'язків.

В ході аналізу таблиці було прийнято рішення виключити з подальшого розрахунку такі фактори як: добувна промисловість і розроблення кар'єрів (B); переробна промисловість (C); постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (D); оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів(G); транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність (H); діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування (N); державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування (O); надання інших видів послуг (S, T).

Вилучені фактори можуть бути легко розраховані із залишених для аналізу факторів. Для перевірки цього твердження були розраховані лінійні моделі вигляду:

$$z_j = a_z \cdot A + e_z \cdot E + f_z \cdot F + i_z \cdot I + j_z \cdot J + k_z \cdot K + l_z \cdot L + m_z \cdot M + p_z \cdot P + q \cdot Q + r_z \cdot R + b_z \quad (3)$$

де $Z = (z_j)_{j=1,8} \equiv (B, C, \dots, S, T)$ – вектор вилучених факторів, $A - R$ – залишені фактори, $a_z - r_z, b_z$ – коефіцієнти моделей.

В ході множинно-регресійного аналізу були отримані наступні коефіцієнти моделей (3):

Коефіцієнти моделей												
Z	b	a	e	f	i	j	k	l	m	p	q	r
B	1925	-0.555	-3.026	-0.306	3.401	1.776	-0.615	2.453	-4.498	0.445	1.332	-1.253
C	-15798	2.212	12.607	2.862	11.672	-4.715	-0.163	-7.511	12.645	0.086	-2.219	3.746
D	3662	0.086	-0.278	0.268	0.907	-0.351	-0.405	0.358	-0.074	-0.370	0.993	0.418
G	-12254	0.536	-2.660	-0.134	-0.215	-2.035	-0.110	3.506	-5.504	-2.074	6.260	5.928
H	3300	0.423	-1.547	0.350	9.171	1.623	-0.192	-2.140	-1.729	-0.344	1.341	10.409
N	868	-0.038	-0.854	0.010	0.486	0.343	0.029	0.070	-0.094	-0.151	0.188	0.325
O	-7375	0.518	6.294	-0.184	1.997	-1.624	-0.240	-0.714	2.793	-1.122	0.843	2.390
S, T	-128	0.028	0.236	0.044	0.219	-0.077	-0.053	-0.034	-0.019	-0.031	0.142	0.944

Для перевірки точності та адекватності цих моделей були проведені розрахунки їх прогнозних значень згідно коефіцієнтів моделей (3) наведених в таблиці вище та порівняні з реальними значеннями (рис.2.). Також проведені розрахунки сумарної доданої вартості, що розраховувалась як сума реальних значень залишених факторів та прогнозованих згідно (3), а отримані результати наведено на рис 3. Як видно з рисунку 2, прогнозовані фактори зберігають тенденцію з реальними даними та практично не відрізняються від останніх за виключенням декількох незначних коливань, наприклад для фактору С. Однак при розрахунку сумарної ВДВ ці коливання повністю зникають (див. рис.3).

Це підтверджує справедливість нашого припущення стосовно вилучених факторів та точності розрахованих коефіцієнтів моделей (3) так і самих моделей в цілому.

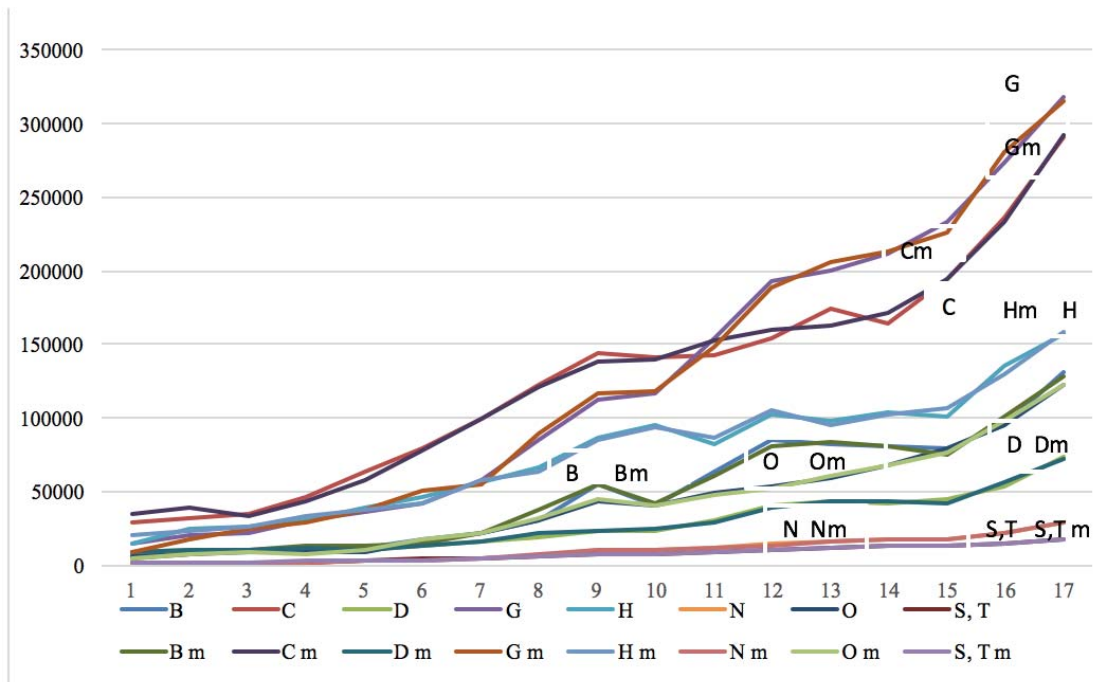


Рис.2. Порівняння реальних значень вилучених факторів з прогнозованими згідно моделі (3)

Примітка: B, C, D, G, H, N, O, S, T – реальні значення; Bm, Cm, Dm, Gm, Hm, Nm, Om, S, Tm – прогнозовані згідно моделі (3)

Джерело: розраховано автором на основі даних Державної служби статистики України [7].

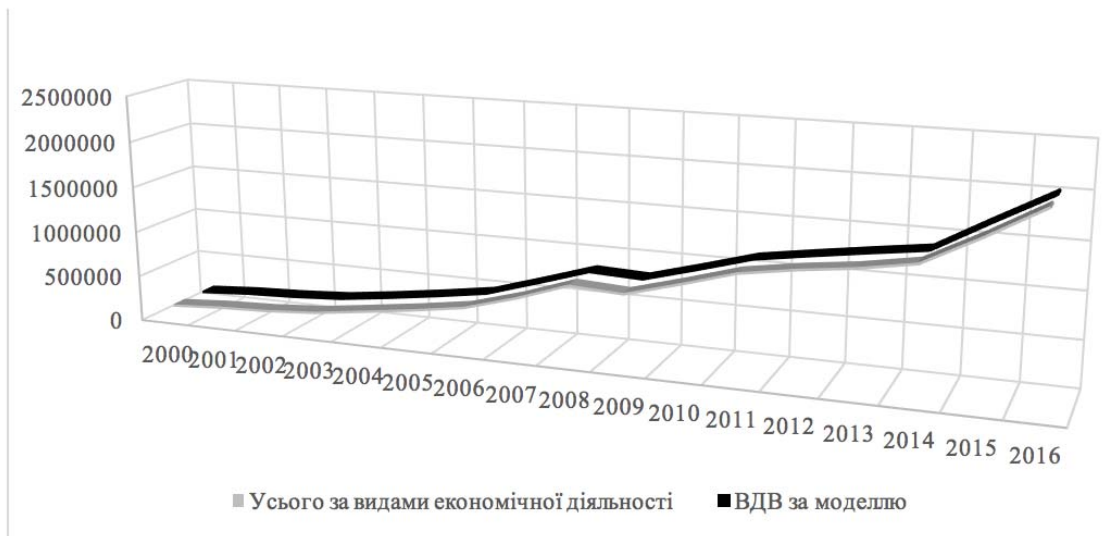


Рис.3. Порівняння реальної ВДВ із частково прогнозованою вилученими факторами
Джерело: розраховано автором

Для підтвердження адекватності моделей був проведений аналіз чутливості. Для цього дані залишених факторів фіксувались на значеннях 2016 року та почергово змінювались значення кожного з них на 10%. Після чого перераховувались зміни модельних значень відхилених параметрів згідно (3) (див. табл. 3)

Так з таблиці видно, що збільшення фактору А на 10% призведе до зменшення В на 12% і збільшення С на 21%. А ось зміна факторів F та I ніяк не впливає на G. Проведений аналіз підтвердив адекватність моделей

і це дає змогу перейти до подальшого дослідження в рамках залишених факторів.

Таблиця 3 - Аналіз чутливості виключених факторів від зміни залишених факторів

	B	C	D	G	H	N	O	S, T
A	-12%	21%	3%	5%	7%	-4%	12%	5%
E	-2%	4%	0%	-1%	-1%	-2%	4%	1%
F	-1%	5%	2%	0%	1%	0%	-1%	1%
I	4%	6%	2%	0%	9%	3%	3%	2%
J	12%	-14%	-4%	-6%	9%	10%	-12%	-4%
K	-3%	0%	-4%	0%	-1%	1%	-1%	-2%
L	28%	-37%	7%	16%	-20%	3%	-9%	-3%
M	-24%	30%	-1%	-12%	-7%	-2%	16%	-1%
P	3%	0%	-5%	-6%	-2%	-5%	-8%	-2%
Q	6%	-4%	8%	12%	5%	4%	4%	5%
R	-1%	2%	1%	3%	9%	2%	3%	8%

Джерело: розраховано автором на основі даних Державної служби статистики України [7].

Розробка економіко-математичного методу прогнозування стратегії розвитку ВДВ у на основі нейронних мереж Хопфілда. Для розв'язання задачі оптимізації стратегії розвитку країни в умовах тісного взаємозв'язку між видами економічної діяльності був використаний метод, що був запропонований в роботі [17] та складається з наступних етапів.

Етап 1. Побудова регресійних моделей. На початковому етапі проводиться множинний регресійний аналіз, що дозволяє встановити функціональну взаємозалежність між досліджуваними видами економічної активності та провести аналіз чутливості. Отримані в ході розрахунків коефіцієнти лінійних рівнянь приведені в таблиці 4:

Таблиця 4 - Коефіцієнти лінійних регресійних рівнянь для визначення взаємозалежностей між досліджуваними факторами

	Коефіцієнти моделей											
	b	a	e	f	i	j	k	l	m	p	q	r
A	10588.57		-6.37	-0.27	-2.40	5.10	0.49	0.98	-3.81	0.66	-0.82	-0.40
E	941.03	-0.06		0.05	0.09	0.39	0.07	-0.01	-0.21	0.19	-0.26	-0.29
F	1264.23	-0.18	3.61		-2.07	0.16	-0.20	1.24	-1.89	-1.52	2.29	3.23
I	530.72	-0.07	0.26	-0.09		0.24	0.04	0.26	-0.40	-0.43	0.52	0.66
J	-1799.21	0.18	1.41	0.01	0.31		-0.10	-0.09	0.66	-0.22	0.29	0.15
K	-10189.81	0.57	7.94	-0.35	1.71	-3.37		-0.15	1.30	-0.63	1.56	2.77
L	-2255.99	0.18	-0.21	0.35	1.66	-0.48	-0.02		1.81	1.24	-1.61	-2.69
M	1195.36	-0.13	-0.72	-0.10	-0.47	0.63	0.04	0.33		-0.28	0.40	1.13
P	-319.39	0.03	1.03	-0.12	-0.79	-0.33	-0.03	0.35	-0.43		1.17	2.15
Q	457.56	-0.03	-0.96	0.12	0.65	0.29	0.05	-0.31	0.42	0.80		-1.77
R	180.40	0.00	-0.24	0.04	0.19	0.03	0.02	-0.12	0.27	0.33	-0.41	

Джерело: розраховано автором на основі даних Державної служби статистики України [7].

Аналітичний вигляд рівнянь отримується аналогічно до формули (3)

Етап 2. Аналіз чутливості. На цьому етапі проводиться аналіз типу «Що-якщо» при якому значення досліджуваних факторів фіксуються на показниках 2016 року та по чергово змінюються на 10%. При цьому досліджується зміна вихідного показника як в абсолютних, так і відносних величинах. Такий аналіз дозволяє побудувати класичну стратегію зростання ВДВ на один період часу, в нашому випадку – 1 рік. Результати аналізу приведені в таблиці 5. Як видно з таблиці, переробна промисловість не впливає на сільське господарство, натомість збільшення доданої вартості торгівлі та державного управління на 10% призведе до аналогічного зростання доданої вартості сільського господарства. І навпаки, розвиток освіти (збільшення доданої вартості на 10%) призведе до зменшення доданої вартості сільського господарства на 11%.

Таблиця 5 - Аналіз чутливості регресійних моделей при зміні вхідних показників на 10%

Вихідні величини	Вхідні величини											
	A	E	F	I	J	K	L	M	P	Q	R	
A	млн.грн		274834	278955	276510	325786	283472	294491	254161	286148	275393	279701
	приріст		-1.93	-0.46	-1.33	16.25	1.15	5.08	-9.31	2.11	-1.73	-0.20
E	млн.грн	6832		8804	8690	11993	8985	8389	7133	10252	7012	8161
	приріст	-20.09		2.98	1.65	40.29	5.10	-1.87	-16.56	19.92	-17.98	-4.54
F	млн.грн	41652	49658		43374	48013	45295	64699	33618	33092	60074	50965
	приріст	-10.60	6.58		-6.90	3.05	-2.78	38.87	-27.84	-28.97	28.94	9.39
I	млн.грн	13564	15679	15028		17639	15728	19196	12717	11638	18506	16343
	приріст	-12.23	1.45	-2.76		14.13	1.77	24.21	-17.71	-24.70	19.74	5.75
J	млн.грн	94126	90310	89157	89591		88441	87755	93635	87121	90795	89315
	приріст	5.62	1.34	0.05	0.53		-0.76	-1.53	5.07	-2.24	1.89	0.22
K	млн.грн	81465	72389	63975	68301	35566		63498	74559	60044	74813	69392
	приріст	24.11	10.28	-2.54	4.05	-45.82		-3.27	13.58	-8.53	13.97	5.71
L	млн.грн	151271	146133	147962	148885	142002	146157		158689	157371	136807	142668
	приріст	3.39	-0.12	1.13	1.76	-2.94	-0.10		8.46	7.56	-6.49	-2.49
M	млн.грн	64811	67759	67905	67630	73970	68616	73214		65898	70696	69899
	приріст	-5.20	-0.89	-0.68	-1.08	8.19	0.36	7.09		-3.61	3.41	2.24
P	млн.грн	90040	89953	88500	87845	86118	88891	94259	86120		95991	91991
	приріст	1.08%	0.98%	-0.65%	-1.38%	-3.32%	-0.21%	5.82%	-3.32%		7.76	3.27
Q	млн.грн	58078	58080	59485	59904	61453	59206	54318	61756	65998		56490
	приріст	-1.38	-1.38	1.01	1.72	4.35	0.53	-7.77	4.86	12.06		-4.08
R	млн.грн	13450	13337	13731	13833	13843	13668	11801	15410	16513	11156	
	приріст	-0.67	-1.50	1.41	2.16	2.23	0.94	-12.85	13.80	21.95	-17.61	

Джерело: розраховано автором на основі даних Державної служби статистики України [7].

Етап 3. Побудова нейронної мережі Хопфілда. Як видно з таблиці 4 значення валової доданої вартості будь-якого виду економічної діяльності може бути виражена через інші. Для аналізу таких систем зручно використовувати нейронні мережі зі зворотними зв'язками – мережі Хопфілда (рис 4).

Як видно з рисунку 4, суцільні стрілки показують вплив одних нейронів на інші. Пунктирні лінії показують відсутність зв'язку між нейронами. Зворотні зв'язки передають сигнали з другого про шарку нейронів на перший без зміни. На початковому етапі на перший про шарок подаються значення ВДВ за останній рік (2016).

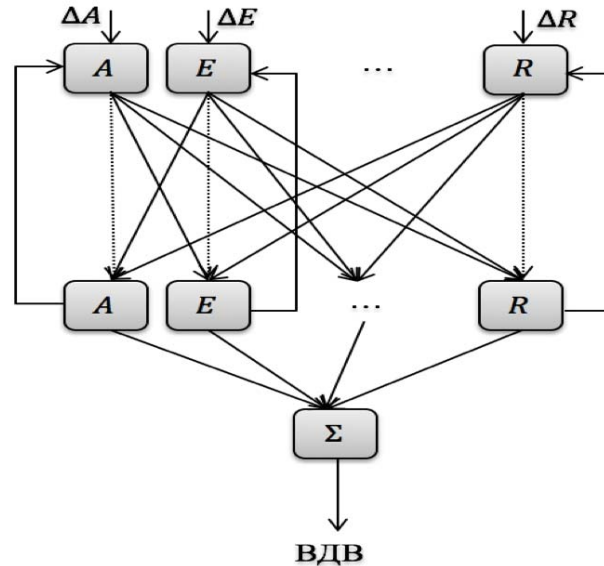


Рис. 4. Нейронна мережа Хопфілда для розрахунку ВДВ України
Джерело: [9; 11]

Для розрахунку значень другого про шарку, а відповідно і першого на другому кроці ітерацій, в використовується наступний вираз:

$$X^{i+1} = X^i \cdot W^T + B^T \tag{4}$$

де $X^i = (x_l)_{l=1,11}^i \equiv (A^i, E^i, \dots R^i)$ – вектор вхідних (залишених) факторів першого про шарку для i -ї ітерації, W та B коефіцієнти лінійної регресії, що пов'язують види економічної діяльності. Згідно табл. 4. можна отримати наступні значення елементів матриць:

$W =$	<table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>0</td><td>-6.37</td><td>-0.27</td><td>-2.40</td><td>5.10</td><td>0.49</td><td>0.98</td><td>-3.81</td><td>0.66</td><td>-0.82</td><td>-0.40</td></tr> <tr><td>-0.06</td><td>0</td><td>0.05</td><td>0.09</td><td>0.39</td><td>0.07</td><td>-0.01</td><td>-0.21</td><td>0.19</td><td>-0.26</td><td>-0.29</td></tr> <tr><td>-0.18</td><td>3.61</td><td>0</td><td>-2.07</td><td>0.16</td><td>-0.20</td><td>1.24</td><td>-1.89</td><td>-1.52</td><td>2.29</td><td>3.23</td></tr> <tr><td>-0.07</td><td>0.26</td><td>-0.09</td><td>0</td><td>0.24</td><td>0.04</td><td>0.26</td><td>-0.40</td><td>-0.43</td><td>0.52</td><td>0.66</td></tr> <tr><td>0.18</td><td>1.41</td><td>0.01</td><td>0.31</td><td></td><td>-0.10</td><td>-0.09</td><td>0.66</td><td>-0.22</td><td>0.29</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>0.57</td><td>7.94</td><td>-0.35</td><td>1.71</td><td>-3.37</td><td>0</td><td>-0.15</td><td>1.30</td><td>-0.63</td><td>1.56</td><td>2.77</td></tr> <tr><td>0.18</td><td>-0.21</td><td>0.35</td><td>1.66</td><td>-0.48</td><td>-0.02</td><td>0</td><td>1.81</td><td>1.24</td><td>-1.61</td><td>-2.69</td></tr> <tr><td>-0.13</td><td>-0.72</td><td>-0.10</td><td>-0.47</td><td>0.63</td><td>0.04</td><td>0.33</td><td>0</td><td>-0.28</td><td>0.40</td><td>1.13</td></tr> <tr><td>0.03</td><td>1.03</td><td>-0.12</td><td>-0.79</td><td>-0.33</td><td>-0.03</td><td>0.35</td><td>-0.43</td><td>0</td><td>1.17</td><td>2.15</td></tr> <tr><td>-0.03</td><td>-0.96</td><td>0.12</td><td>0.65</td><td>0.29</td><td>0.05</td><td>-0.31</td><td>0.42</td><td>0.80</td><td>0</td><td>-1.77</td></tr> <tr><td>0.00</td><td>-0.24</td><td>0.04</td><td>0.19</td><td>0.03</td><td>0.02</td><td>-0.12</td><td>0.27</td><td>0.33</td><td>-0.41</td><td>0</td></tr> </table>	0	-6.37	-0.27	-2.40	5.10	0.49	0.98	-3.81	0.66	-0.82	-0.40	-0.06	0	0.05	0.09	0.39	0.07	-0.01	-0.21	0.19	-0.26	-0.29	-0.18	3.61	0	-2.07	0.16	-0.20	1.24	-1.89	-1.52	2.29	3.23	-0.07	0.26	-0.09	0	0.24	0.04	0.26	-0.40	-0.43	0.52	0.66	0.18	1.41	0.01	0.31		-0.10	-0.09	0.66	-0.22	0.29	0.15	0.57	7.94	-0.35	1.71	-3.37	0	-0.15	1.30	-0.63	1.56	2.77	0.18	-0.21	0.35	1.66	-0.48	-0.02	0	1.81	1.24	-1.61	-2.69	-0.13	-0.72	-0.10	-0.47	0.63	0.04	0.33	0	-0.28	0.40	1.13	0.03	1.03	-0.12	-0.79	-0.33	-0.03	0.35	-0.43	0	1.17	2.15	-0.03	-0.96	0.12	0.65	0.29	0.05	-0.31	0.42	0.80	0	-1.77	0.00	-0.24	0.04	0.19	0.03	0.02	-0.12	0.27	0.33	-0.41	0	$=$	<table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>10588</td></tr> <tr><td>941</td></tr> <tr><td>1264</td></tr> <tr><td>530</td></tr> <tr><td>-1799</td></tr> <tr><td>-10190</td></tr> <tr><td>-2256</td></tr> <tr><td>1195</td></tr> <tr><td>-319</td></tr> <tr><td>458</td></tr> <tr><td>180</td></tr> </table>	10588	941	1264	530	-1799	-10190	-2256	1195	-319	458	180
0	-6.37	-0.27	-2.40	5.10	0.49	0.98	-3.81	0.66	-0.82	-0.40																																																																																																																													
-0.06	0	0.05	0.09	0.39	0.07	-0.01	-0.21	0.19	-0.26	-0.29																																																																																																																													
-0.18	3.61	0	-2.07	0.16	-0.20	1.24	-1.89	-1.52	2.29	3.23																																																																																																																													
-0.07	0.26	-0.09	0	0.24	0.04	0.26	-0.40	-0.43	0.52	0.66																																																																																																																													
0.18	1.41	0.01	0.31		-0.10	-0.09	0.66	-0.22	0.29	0.15																																																																																																																													
0.57	7.94	-0.35	1.71	-3.37	0	-0.15	1.30	-0.63	1.56	2.77																																																																																																																													
0.18	-0.21	0.35	1.66	-0.48	-0.02	0	1.81	1.24	-1.61	-2.69																																																																																																																													
-0.13	-0.72	-0.10	-0.47	0.63	0.04	0.33	0	-0.28	0.40	1.13																																																																																																																													
0.03	1.03	-0.12	-0.79	-0.33	-0.03	0.35	-0.43	0	1.17	2.15																																																																																																																													
-0.03	-0.96	0.12	0.65	0.29	0.05	-0.31	0.42	0.80	0	-1.77																																																																																																																													
0.00	-0.24	0.04	0.19	0.03	0.02	-0.12	0.27	0.33	-0.41	0																																																																																																																													
10588																																																																																																																																							
941																																																																																																																																							
1264																																																																																																																																							
530																																																																																																																																							
-1799																																																																																																																																							
-10190																																																																																																																																							
-2256																																																																																																																																							
1195																																																																																																																																							
-319																																																																																																																																							
458																																																																																																																																							
180																																																																																																																																							

$$X(2016) = X^1 = |279701 \quad \dots \quad 13554|$$

Як видно діагональні елементи матриці W є нульовими, однак матриця не є симетричною. Несиметричність матриці W відображається

також на результатах аналізу чутливості (табл. 5). Видно, наприклад, що вплив освіти на сільське господарство є сильним і навпаки розвиток сільського господарства ніяк не впливає на освіту. Симетричність матриці означала би, що між всіма видами економічної діяльності є рівноправні прямі та обернені взаємозв'язки. На сьогодні спостерігається домінуючий вплив одних галузей економічної діяльності на інший, без відповідного оберненого зв'язку, наприклад: освіта впливає на сільське господарство, будівництво на операції з нерухомим майном, державне управління на охорону здоров'я тощо. Отже, як показано в роботі [10] ця нейронна мережа не може бути стійкою. Для перевірки цього факту достатньо провести декілька ітерацій співвідношення (4) та прослідкувати динаміку зміни ВДВ, що розраховується як сума елементів вектору X та розрахованих згідно (3) значень відхилених факторів (табл. 6). Як видно з наведених даних, протягом перших 5 ітерацій величина ВДВ слабо змінюється. Ці зміни пов'язані 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 нагальної є необхідність зовнішнього керування для стабілізації та ефективного розвитку.

Таблиця 6 - Зміна значень сумарної доданої вартості залежно від ітерацій

Ітерація	1	2	3	4	5
ВДВ	2014374	2013266	2009032	2037155	1891238
Ітерація	6	7	8	9	10
ВДВ	2537990	-152529	10595969	-31292968	129236875

Джерело: розраховано автором на основі даних Державної служби статистики України [7].

Етап 4. Побудова стратегії зростання ВДВ. Для уникнення таких явищ необхідно розробити ефективну стратегію впливу на кожний фактор моделі на початку кожного кроку ітерації. Це можна здійснити, ввівши в нейронну мережу додаткові входи ΔX (рис. 4). Семантичний зміст яких – зовнішній вплив на фактори $A - R$ збоку держави чи інвесторів. Фактично вони відображають збільшення доданої вартості від j -ї економічної діяльності, до якого призвело ефективне державне управління 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 зростання ВДВ України. Як приклад, розглянуто

часовий період 5 років. При цьому найбільш поширеними є три стратегії [5].

Стратегія №1. Розробка стратегічного плану на 5 років з постійним незмінним стимулюванням всіх видів економічної діяльності економіки України. Тобто знаходження таких факторів впливу ΔX , які залишаються не змінними протягом 5 років.

Тоді задача зводиться до максимізації ВДВ, що є сумою всіх залишених факторів X та розрахованих на основі них за формулою (3) вилучених факторів Z :

$$\text{ВДВ}(2021) = \text{ВДВ}^6 = \sum_{l=1}^{11} (x_l)^6 + \sum_{j=1}^8 (z_j)^6 \rightarrow \max \quad (5)$$

при обмеженнях:

$$X^{i+1} = (X^i + \Delta X) \cdot W^T + B^T, i = \overline{1,5}$$

$$0 \leq \Delta x_j \leq p_j \cdot (x_j)^i, j = \overline{1,9}$$

$$(x_j)^i \geq 0$$

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 $\Delta X^i = \{\Delta x_j\}_{j=\overline{1,11}; i=\overline{1,5}}$, що в 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:

$$\text{ВДВ}^{i+1} = \sum_{l=1}^{11} (x_l)^{i+1} + \sum_{j=1}^8 (z_j)^{i+1} \rightarrow \max \quad (6)$$

при обмеженнях:

$$X^{i+1} = (X^i + \Delta X^i) \cdot W^T + B^T, i = \overline{1,5}$$

$$0 \leq (\Delta x_j)^i \leq (p_j)^i \cdot (x_j)^i, j = \overline{1,9}$$

$$(x_j)^i \geq 0$$

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 $K = 5 \cdot 11 = 55$, обмеження аналогічні попередньому випадку, а цільова

функція має вигляд (5). Згідно теорії динамічних систем така стратегія має бути найбільш ефективною .

Комп'ютерний експеримент. Як видно з рівнянь (5)-(6) кожен крок ітерації представляє 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^i , відносяться до задач нелінійного програмування. Як показали розрахунки, цільова функція є нелінійною та містить локальні екстремуми, що унеможливорює використання методу зведеного градієнта [4], так як 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.

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 [18]. 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. Для визначення значення максимального відсотку збільшення факторів були проаналізовані реальні їх зміни протягом 2001-2016 рр. Так максимально зафіксований річний приріст становив 127% в 2004 році для поля K . Мінімальний -36% в 2009 для поля E . Середній річний приріст за всі роки становив 20%. Також слід зазначити, що протягом досліджуваного періоду спостерігаються значні флуктуації та хаотична поведінка цього показника як в розрізі років так і в розрізі видів економічної діяльності.

Хоча в цілому спостерігається стабільний квадратичний ріст ВДВ. Тому розрахунки проводились в наближенні, що максимальний відсоток збільшення факторів впливу $(p_j)^i = p_j = 10\%$. Тобто розглядався варіант чи можна при меншому відсотку річного зростання ВДВ в розрізі видів економічної діяльності досягнути кращого показника ніж при теперішньому хаотичному розвитку економіки. Отримані в результаті розрахунків сценарії збільшення ВДВ представлені на рис 5.

Так в порівнянні з трендовими прогнозами (2244122 та 2967357 млн.грн.) управління певними видами економічної діяльності згідно з **першою стратегією** дозволить через 5 років отримати сумарну валову додану вартість на рівні 3616408 млн грн., що на 22% випереджає квадратичний тренд. Симетричний розвиток всіх галузей в межах 10% річного зростання (а не вибіркового як зараз) призведе до кращого сукупного економічного розвитку країни (див. рис 5).

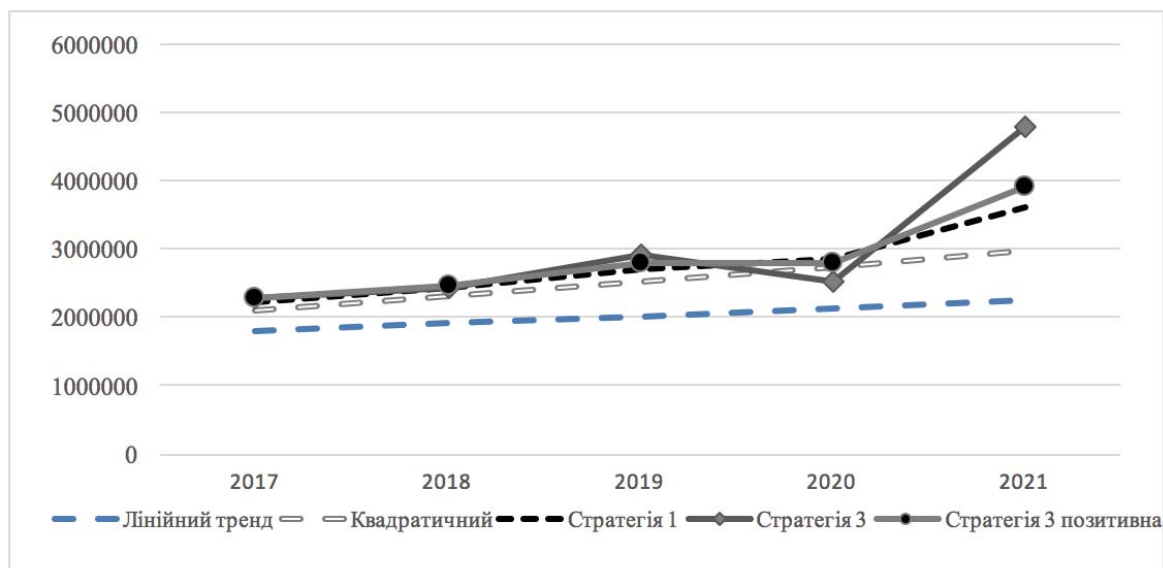


Рис. 5. Динаміка зростання ВДВ України згідно із запропонованими стратегіями

Джерело: складено автором

Що до **другої стратегії**, то якщо оптимізувати розвиток країни окремо кожного року, то вже в перший рік можна досягнути приросту ВДВ на 33% в порівнянні з попереднім. Згідно цього сценарію необхідно всі ресурси спрямувати лише в інвестування таких галузей як J, K, L, Q та R. Однак такий асиметричний розвиток призводить до того, що вже на наступному році задача не має розв'язку. Тобто така стратегія призводить до повного занепаду таких галузей як: F, I, H та O. Отже це ще раз підтверджує необхідність всебічного планування розвитку держави на довгостроковий період.

Згідно **третьої стратегії** розвитку можна досягнути приросту в 62% в порівнянні з квадратичним трендом. Цікавим результатом є те, що математично підтверджено – інвестування в розвиток наукової діяльності і спорт державі не вигідно. Однак не дивлячись на це ВДВ із наукової діяльності зростає в порівнянні із 2016 роком на 50% за рахунок розвитку інших галузей. А від спорту залишиться практично незмінним, теж за рахунок інших галузей. Крім того в 2020 році спостерігається незначний спад ВДВ, що дасть поштовх для різкого зростання в 2021 році. Якщо ж накласти додаткове обмеження на позитивність річного зростання ВДВ (**стратегія 3 позитивна**) то сумарний ефект складе 31% в порівнянні з квадратичним трендом. Загальна стратегія інвестування практично не зміниться.

На підставі вищевикладеного можна зробити висновок, що **стратегія 3** виявилася найбільш ефективною (табл. 7).

Таблиця 7 - Результати розрахунків третьої стратегії зростання ВДВ України

	A	E	F	I	J	K	L	M	P	Q	R
Річний приріст											
2017	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	6.25%	10.00%	10.00%	5.21%
2018	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	0.00%	10.00%	10.00%	0.00%
2019	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	0.00%	10.00%	10.00%	0.00%
2020	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	0.00%	10.00%	10.00%	0.00%
2021	10.00%	10.00%	0.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	0.00%	10.00%	10.00%	0.00%
ВДВ залишених факторів											
2017	317255	10026	53891	17547	96417	68086	158268	74352	97729	64813	14176
2018	348955	10966	62653	18646	106115	83583	171997	75525	107205	70973	14045
2019	411284	14558	71849	21377	111456	77207	182277	80827	115854	79148	14249
2020	392298	11157	80915	19513	133929	142972	205801	75186	129655	83851	13749
2021	635003	29291	94958	33576	108733	0	188179	105418	132848	100029	14997
ВДВ вилучених факторів за формулою (3)									ВДВ		
	B	C	D	G	H	N	O	S, T	Річний	Приріст	%
2017	133857	375007	82362	349221	178816	30314	146046	18950	2287132	268358	13%
2018	163149	345023	85871	400673	188913	33219	137243	19078	2443832	156699	7%
2019	153411	535457	104170	453859	226842	31344	193931	23208	2902308	458477	19%
2020	260697	78966	77883	510302	189733	44564	59764	15750	2526685	-375623	-13%
2021	0	1674668	183844	528208	403930	12890	510506	43302	4800382	2273697	90%

Джерело: розраховано автором

Відповідно даним з таблиці 6, за умови реалізації стратегії протягом перших 4-х років буде накопичено «внутрішню потенціальну енергію» української економіки, тобто створити стабільний фундамент для подальшого різкого зростання ВДВ країни.

Висновки. В результаті дослідження було обґрунтовано, що в умовах трансформації світового виробництва в Україні повинна бути національна стратегія економічного розвитку. Враховуючі те що одним з

індикаторів якості зростання є ВДВ країни, то було запропоновано доповнити існуючі підходи та використовувані нині методи визначення пріоритетів у стратегіях соціально-економічного розвитку країн об'єктивними кількісними методами, які орієнтують на досягнення максимуму ВДВ. Визначення стратегій зростання ВДВ в українській економіці на основі SoftComputing надало можливість, на відміну від класичних підходів, провести кількісний аналіз отриманих математичних моделей. Так було проведено оптимізацію розроблених стратегій 3-х типів та кількісно досліджено їх ефективність. Найбільш ефективною виявилась стратегія 3, для реалізації якої необхідно перш за все здійснювати постійну державну підтримку (+10% кожного року) таких видів економічної діяльності як: сільське, лісове та рибне господарство; водопостачання, каналізація, поводження з відходами; будівництво; тимчасове розміщування й організація харчування; інформація та телекомунікації; фінансова та страхова діяльність; операції з нерухомим майном; професійна, наукова та технічна діяльність; освіта; охорона здоров'я та надання соціальної допомоги; мистецтво, спорт, розваги та відпочинок. Саме підтримка цих видів діяльності дозволить зменшити асиметричний характер розвитку української економіки та надасть необхідний синергетичний вплив на збільшення ВДВ інших ВСД. Отримані результати будуть використані при обґрунтуванні державної політики щодо підтримки національних виробництв товарів та послуг з високою доданою вартістю, з метою створення умов для формування нових або залучення до існуючих глобальних ланцюгів вартості українських підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Гірна О. Б. Формування доданої вартості для клієнта в ланцюгу поставок / О.Б. Гірна, Н. Ю. Глинський, О. Я. Кобилух // Логістика: теорія та практика. – 2012. – No 1(2). – С. 39-46.
2. Коваленко О.В. Додана вартість у контексті національної продовольчої безпеки / О. В. Коваленко // Економіка та держава. – 2015. – No4. – С. 98 – 102.
3. Кравцова І. В. Методика дослідження глобальних ланцюгів створення вартості / І. В. Кравцова // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету: зб. наук. праць. – Одеса, 2016. – Вип. 16. – С. 39- 44.
4. Максимов Ю.А. Алгоритмы решения задач нелинейного программирования. / Ю.А. Максимов, Е.А. Филипповская – М.: МИФИ, 1982. – 52 с.
5. Мур Джеффри Экономическое моделирование в Microsoft Excel, 6-е изд. / Дж.Мур,

- Л.Р. Уэдерфорд, и др. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.
6. Нікішина О. В. Методика аналізу валової доданої вартості в макросистемах / О. В. Нікішина // Економіка харчової промисловості. - 2017. - Т. 9, № 2. - С. 3-13. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/echp_2017_9_2_2.
 7. Офіційний сайт Державної служби статистики України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
 8. Хорунжий М. Й. Завдання національної аграрної політики на сучасному етапі / М. Й. Хорунжий // Економіка АПК. – 2014. – No 2. – С. 22-29.
 9. 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.
 10. Cohen M.A. Absolut stability 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.
 11. 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.
 12. New measures of European Competitiveness: A Global Value Chain Perspective //World Input Output Database (WIOD)", April 16 2012. URL: http://www.wiod.org/conferences/brussels/Timmer_background.pdf
 13. Ray, R. Economic Value Added: Theory, Evidence, A Missing Link / R. Ray, T. Russ // Journal of Applied Corporate Finance. 2001. No 1.
 14. Sector-specific stimulation of integration into global value chains: experience for Ukraine [Text] / Anatolii Mazaraki, Anna Duginets// Book III "KNOWLEDGE – ECONOMY – SOCIETY. SELECTED PROBLEMS OF DYNAMICALLY DEVELOPING AREAS OF THE ECONOMY", Edited by: Renata Seweryn, Tomasz Rojek, Publishing House: Foundation of the Cracow University of Economics, Cracow 2017 – p. 37-48.
 15. Як видно з таблиці 4ношення (42 ування зміни стемии ого динаміка виробництва. о зростання обсягів валової доданої вартості в краTrade in Value Added (TiVA): December 2016. URL: <http://stats.oecd.org>
 16. Ukrainian economy growth imperatives. Monograph [Text]/ A. Mazaraki, S. Melnichenko G. Duginets et al.;edied by Anatolii A. Mazaraki. –Prague: Coretex CZ SE, 2018. – 310 p.
 17. Yaroslav I. Vyklyuk, Valeriy K. Yevdokymenko, Ihor V. Yaskal The proportions and rates of economic activities as a factor of gross value added maximization in transition economy // Scientific Annals of Economics and Business, 2016, T63(1), с. 55-72
 18. Zhang, J., Chung, H. S. H., and Lo, W. L., 2007. Clustering-Based Adaptive Crossover and Mutation Probabilities for Genetic Algorithms. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 11(3), 326-335. doi: <http://dx.doi.org/10.1109/TEVC.2006.880727>