

Мороз В.П.

магістрантка спеціальності Математика (фінансова та актуарна математика)
факультету математики, інформатики та фізики
НПУ імені М.П.Драгоманова

Науковий керівник: кандидат фіз.-мат. наук, доцент **Гончаренко Я.В.**

МОДЕЛЮВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ СКОРОЧЕНЬ ГАЛУЗЕВИХ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

Анотація. В даній роботі досліджено як зміняться обсяги товарної продукції виробничих галузей економіки України за умови імпульсних скорочень обсягів галузевих виробництв в кризових умовах.

Ключові слова: математичне моделювання, обсяги виробництва, балансова модель.

Abstract. This work examines how the volumes of commodity products of the production branches of the Ukrainian economy will change under the condition of impulse reductions in the volumes of industry production in crisis conditions.

Keywords: mathematical modeling, production volumes, balance model.

В кризових умовах, в умовах військового стану проблема підтримки та розвитку людського потенціалу є надзвичайно важливою. Людський капітал – один з факторів, що страждає найбільш внаслідок воєнних конфліктів. Оскільки для його відновлення, крім безпекових та політичних чинників, одними з найважливіших є економічні фактори, то дослідження та оцінка можливих негативних наслідків для економіки та соціальної сфери кризових скорочень виробництва, а також визначення перспективних галузей з точки зору відновлення економіки держави, на сьогодні є надзвичайно важливою задачею.

Отже, проблема визначення та аналізу показників рівня розвитку людського капіталу України, встановлення факторів, які найбільше на нього впливають, прогнозування динаміки, аналіз можливих негативних наслідків, що виникають в кризових умовах, насамперед в умовах воєнного стану, є сучасною і актуальною.

В даній роботі розглянемо як зміняться обсяги товарної продукції за умови імпульсних зменшень обсягів галузевих виробництв. Для цього розглянемо такі галузі, як: «Сільське, лісове та рибне господарство», «Добування сировини нафти та природного газу», «Добування металевих руд, інших корисних копалин», «Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів», «Виробництво продуктів нафтоперероблення», «Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції», «Металургійне виробництво», «Виробництво комп'ютерів,

електронної та оптичної продукції», «Виробництво автотранспортних засобів», «Виробництво інших транспортних засобів», «Будівництво», «Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів», «Транспорт, складське господарство», «Комп'ютерне програмування, консультування та надання інформаційних послуг», «Наукові дослідження та розробки», «Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування», «Освіта», «Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги», «Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок».

Для обраних галузей було проаналізовано статистичні дані типу «витрати-випуск» для показників проміжного споживання, ВВП, а також обсягів товарної продукції.

З статистичних даних [4] ми отримали дані, які представимо у вигляді матриці $\|x_{ij}\|$ – внутрішнього товарообігу, де x_{ij} – кількість продукції i -ої галузі (в грошовому еквіваленті), яка використовується j -ю галуззю (млн. грн.), x_i – загальний обсяг продукції i -ої галузі (млн. грн.), y_i – товарна продукція (млн. грн.).

Таблиця 1. Фрагмент таблиці «витрати-випуск»

	Проміжне споживання									Кінцеві споживчі витрати	Експорт товарів і послуг	Використання продукції
	Сільське, лісове та рибне господарство	Добування сировини та нафти та природного газу	Добування металургійних руд, інших корисних копалин та	Виробництво харчових продуктів, напоїв та	Виробництво продуктів нафтоперероблення	Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції	Металургійне виробництво	...	Всього	Всього		
Сільське, лісове та рибне господарство	226922	3	91	221368	4	2090	38	...	481055	339244	326801	807856
Добування сировини та нафти та природного газу	1837	2803	1222	2850	21528	8551	8400	...	72436	46871	5216	77652
Добування металургійних руд, інших корисних копалин та розробка кар'єрів;	622	481	13095	1623	43	436	60754	...	109839	0	128539	238378
Виробництво харчових продуктів; напоїв та	1472	7	26	40056	0	84	5	...	45726	1114746	280406	326132
Виробництво продуктів нафтоперероблення	30648	413	7450	4266	1598	4428	1342	...	126489	70459	8693	807856
Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції	82194	1429	4182	14912	2500	26657	5045	...	165699	66566	41090	206789
Металургійне виробництво	1458	459	4947	1745	394	560	71080	...	131922	386	227336	359258
...
ПРОМІЖНЕ СПОЖИВАННЯ	345153	5595	31013	286820	26067	42806	146664	...		3908788	1639060	10210625
ВАЛОВИЙ ВНУТРІШНІЙ ПРОДУКТ	410974	70126	102073	392967	37013	26704	56693	148512	4222026			
ВИПУСК	756127	75721	133086	679787	63080	69510	203357	148512	10210625			

За умови збалансованості товарообігу має виконуватися умова

$$x_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} + y_i, \text{ для } \forall i = \overline{1, n}. \quad (1)$$

На основі даних отриманої таблиці розраховуємо коефіцієнти повних витрат a_{ij} за формулою

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j}. \quad (2)$$

Отримаємо матрицю коефіцієнтів повних витрат:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, 0 \leq a_{ij} < 1.$$

В дослідженні ми припускали, що матриця коефіцієнтів повних витрат в поточному періоді (2022 р.) співпадатиме (не відрізнятиметься суттєво) з матрицею A , розрахованою на основі даних 2020 р. Це можна пояснити тим, що хоча абсолютні значення досліджуваних економічних показників щороку змінюються, але структура проміжного споживання та товарної продукції є стійкою, оскільки за період 2020-2021 рр. економіка України не зазнала суттєвих реформ, значних криз та суттєвого зростання іноземних інвестицій.

Виконаємо перетворення формули (1) використовуючи рівність (2). Отримаємо:

$$x_i = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n + y_i, \text{ для } \forall i = \overline{1, n}.$$

Якщо умова (2.5) виконується для всіх галузей, то ми отримаємо систему лінійних рівнянь. Цю систему ми можемо записати у матричній формі

$$X = A \cdot X + Y, \quad (3)$$

де X – обсяги виробництва галузі, Y – обсяги товарної продукції, A – матриця коефіцієнтів повних витрат. Систему (3) можемо записати в наступному вигляді:

$$(E - A) \cdot X = Y. \quad (4)$$

Ця система рівнянь дозволяє, використовуючи коефіцієнти прямих витрат, за відомими або прогнозованими значеннями X розраховувати Y , або за бажаними значеннями товарної продукції Y знайти значення обсягів виробництва X , що нам потрібні для цього.

Для визначення обсягів виробництва для забезпечення бажаного рівня товарної продукції систему (4) можемо переписати в наступному вигляді:

$$X = (E - A)^{-1} \cdot Y. \quad (5)$$

Провівши допоміжні розрахунки застосувавши формули (1) та (2) було обчислено матриці $(E - A)$ та $(E - A)^{-1}$.

Розглянемо наступну ситуацію: загальні обсяги виробництва (внутрішнє споживання + товарна продукція) для деяких галузей, насамперед виробничих, зазнають непрогнозованих скорочень. В моделі ми розглядали випадки

скорочень на 10%, 25% та 50% для наступних галузей: «Сільське, лісове та рибне господарство», «Добування сирової нафти та природного газу», «Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів», «Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів», «Виробництво продуктів нафтоперероблення», «Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції», «Металургійне виробництво», «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції», «Виробництво автотранспортних засобів, причепів і напівпричепів», «Виробництво інших транспортних засобів», «Будівництво», «Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів», «Транспорт, складське господарство».

Дослідимо як зміняться обсяги товарної продукції в усіх досліджуваних галузях. Обчислення проведемо за формулою (4). Результати представимо у вигляді таблиці 2 та рис. 1.

Таблиця 2. Зміна обсягів товарної продукції.

Галузі	Обсяги товарної продукції без врахування скорочень	з урахуванням скорочень в 10%	з урахуванням скорочень в 15%	з урахуванням скорочень в 15%
1. Сільське, лісове та рибне господарство	521524	469328 (-10,01%)	391036 (-25,02%)	260548 (-50,04%)
2. Добування сирової нафти та природного газу	-900	-825 (-8,37%)	-712 (-20,94%)	-523 (-41,87%)
3. Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів	110496	99446 (-10,00%)	82871 (-25,00%)	55245 (-50,00%)
4. Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів	310097	279071 (-10,01%)	232533 (-25,01%)	154970 (-50,03%)
5. Виробництво продуктів нафтоперероблення	18570	16667 (-10,25%)	13811 (-25,62%)	9053 (-51,25%)

6. Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції	54989	49417 (-10,13%)	41059 (-25,33%)	27129 (-50,66%)
7. Металургійне виробництво	215922	194304 (-10,01%)	161877 (-25,03%)	107831 (-50,06%)
8. Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції	25067	21728 (-13,32%)	16719 (-33,30%)	8372 (-66,60%)
9. Виробництво автотранспортних засобів, причепів і напівпричепів	20357	18296 (-10,12%)	15205 (-25,31%)	10053 (-50,62%)
10. Виробництво інших транспортних засобів	15517	13964 (-10,00%)	11636 (-25,01%)	7755 (-50,02%)
11. Будівництво	118435	106384 (-10,17%)	88309 (-25,44%)	58182 (-50,87%)
12. Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	231782	208341 (-10,11%)	173179 (-25,28%)	114576 (-50,57%)
13. Транспорт, складське господарство	175924	158164 (-10,10%)	131523 (-25,24%)	87121 (-50,48%)
14. Комп'ютерне програмування, консультування та надання інформаційних послуг	151347	152603 (0,83%)	154487 (2,07%)	157626 (4,15%)
15. Наукові дослідження та розробки	10100	10402 (2,99%)	10854 (7,47%)	11608 (14,93%)
16. Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	10008	11783 (17,74%)	14447 (44,36%)	18886 (88,72%)
17. Освіта	16412	16570 (0,96%)	16807 (2,40%)	17202 (4,81%)
18. Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	6830	6890 (0,87%)	6979 (2,18%)	7129 (4,37%)
19. Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	7498	7549 (0,68%)	7626 (1,71%)	7754 (3,42%)

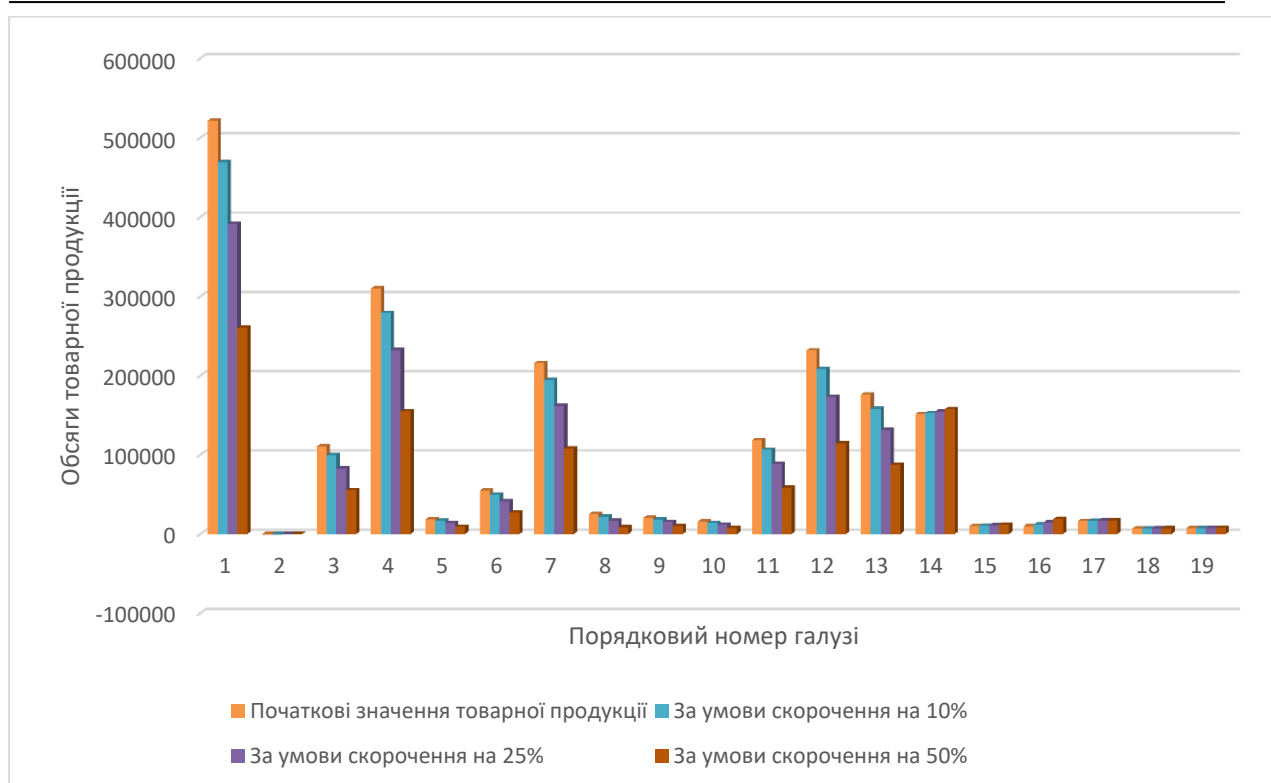


Рис. 1. Обсяги товарної продукції за умов скорочення обсягів виробництва окремих галузей на 10%, 25% та 50 %.

Можемо зробити висновки:

1) Для деяких галузей, а саме «Сільське, лісове та рибне господарство», «Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів», «Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів», «Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції», «Металургійне виробництво», «Виробництво автотранспортних засобів, причепів і напівпричепів», «Виробництво інших транспортних засобів», «Будівництво», «Оптова та роздрібна торгівля», «Транспорт, складське господарство» скорочення товарної продукції відбувається на величину близьку до скорочення загальних обсягів виробництва.

2) Для галузі «Добування сировини нафти та природного газу» обсяги товарної продукції скорочуються повільніше ніж обсяги виробництва, але зауважимо, що дана галузь для випадку збалансованої моделі міжгалузевих зв'язків мала би дефіцит товарної продукції, тобто обсягів виробництва цієї галузі недостатньо навіть для покриття міжгалузевих витрат.

3) В галузях «Виробництво продуктів нафтоперероблення» і «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» швидкість скорочення товарної продукції вища ніж зменшення загальних обсягів виробництва, це свідчить про те, що дані галузі дуже залежні від інших

суміжних галузей, тобто крім власного скорочення на них впливають зміни обсягів виробництва інших галузей.

4) В невикористаних галузях, для яких не моделювалося скорочення, відбувається зростання обсягів товарної продукції, причому це зростання для більшості з них несуттєве крім галузі «Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування». Цей ефект можна пояснити тим, що нами моделювався кризовий процес, для виходу з якого необхідно застосовувати соціальні, оборонні або управлінські важелі.

Тепер припустимо, що обсяги продукції галузей «Добування сирої нафти та природного газу», «Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів», «Виробництво продуктів нафтоперероблення», «Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції», «Металургійне виробництво» імпульсно зменшилися, наприклад на 10%. Визначимо чи можна за рахунок інших галузей економіки України компенсувати зменшення падіння обсягів товарної продукції в грошовому еквіваленті.

Для цього розглянемо матрицю коефіцієнтів прямих витрат для галузей, які не зазнали зменшення обсягів. Обчислимо для неї матриці $E - A$ та $(E - A)^{-1}$, і за формулою (5) визначимо загальні обсяги виробництва. Результати наведемо в таблиці 3.

Таблиця 3. Обсяги виробництва галузей за умови забезпечення фіксованих обсягів товарної продукції

Порядковий номер галузі	Обсяги виробництва, млн. грн..	Розраховані обсяги виробництва з урахуванням 10%-зниження для окремих галузей	Падіння обсягів виробництва у відсотках
1.	807856	793582	-1,77
2.	77652	69887	-10,00
3.	238378	214540	-10,00
4.	326132	325218	-0,28
5.	135182	121664	-10,00
6.	206789	186110	-10,00
7.	359258	323332	-10,00
8.	59386	51366	-13,51
9.	87166	71768	-17,67
10.	29019	25530	-12,02
11.	319885	286442	-10,45
12.	885954	613157	-30,79
13.	488371	346593	-29,03

14.	262154	255352	-2,59
15.	14227	13077	-8,09
16.	28847	21699	-24,78
17.	19689	18926	-3,88
18.	7848	7542	-3,90
19.	9095	8793	-3,32

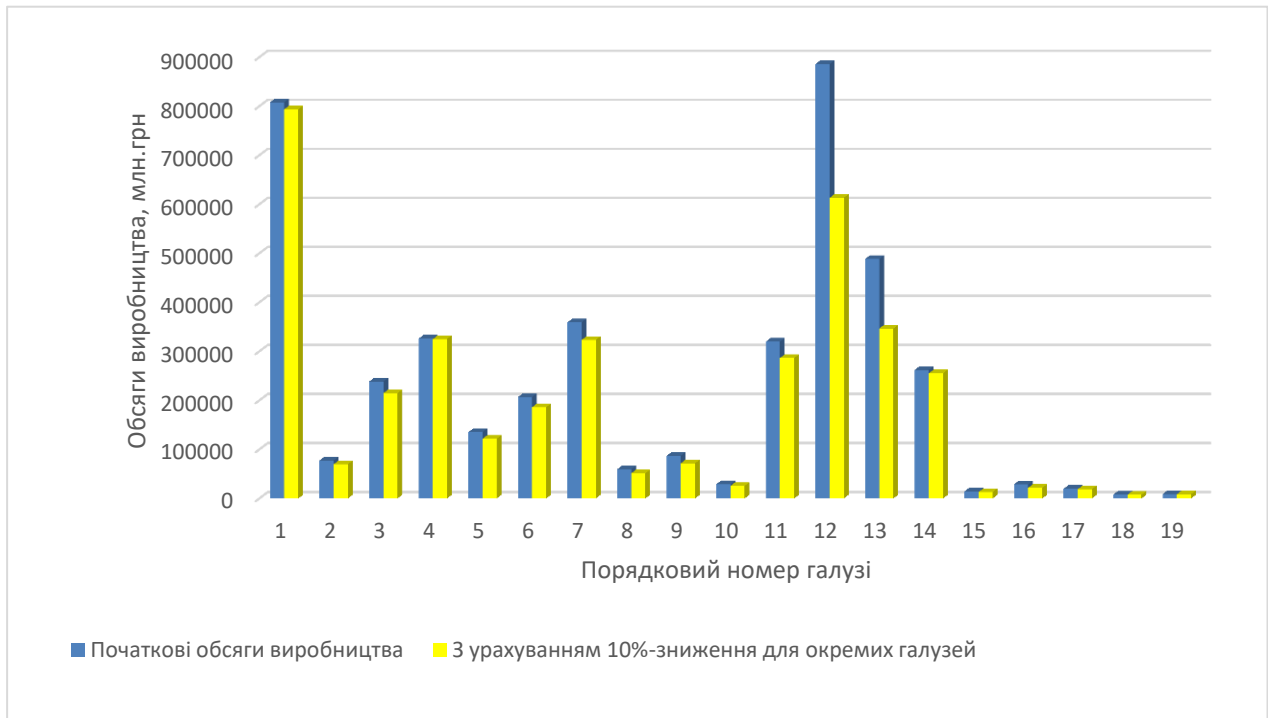


Рис. 2. Обсяги виробництва за умови 10%-го скорочення для деяких галузей та забезпечення фіксованих обсягів товарної продукції

Отримали такі результати: при скороченні обсягів виробництва обраних 5 виробничих галузей України можливо зберегти обсяги товарної продукції, але для цього доведеться зменшити обсяги внутрішнього споживання для всіх галузей. Найбільше скорочення обсягів відбудеться в таких галузях як «Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів», «Транспорт та складське господарство», «Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування», «Виробництво автотранспортних засобів, причепів і напівпричепів», «Виробництво інших транспортних засобів» та «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції». А такі галузі як «Сільське, лісове та рибне господарство», «Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів» зазнають найменшого скорочення обсягів виробництва, це говорить про їх досить високу економічну стійкість та їх компенсаторну функцію в кризових умовах. В цілому, зауважимо, що під час непередбачуваних скорочень обсягів виробництва, як це відбувається в умовах

війни, економіці України неможливо та недоцільно підтримувати заплановані обсяги товарної продукції, оскільки в подальшій перспективі це приведе до суттєвих скорочень виробництва у всіх галузях за рахунок виведення продукції внутрішнього споживання в товарну.

Список використаних джерел

1. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
2. Власюк О. С. Економіко-математичне моделювання процесів соціально-економічного розвитку України / О. С. Власюк. – К. : ДННУ “Акад. фін. управління”, 2011. – 520 с.