

Список літератури:

1. Крикавський Є. Маркетинг енергозабезпечення / Є. Крикавський, Н. Косар, Л. Мороз. – Львів: Львівська політехніка, 2001. – 196 с.
2. Промисловий маркетинг: Теорія, світовий догляд, українська практика: [підручник] / А.О. Старостіна, А.О. Длігач, В.А. Кравченко; за ред. А.О. Старостіної. – К.: Знання, 2005. – 764 с.
3. Westad F., Hersleth M., & Lea, P. (2004). Strategies for consumer segmentation with applications on preference data. *Food Quality and Preference*, 15. – P. 681–687.
4. Постанова НКРЕКП «Про затвердження Кодексу газотранспортної системи» від 30.09.2015 № 2493.
5. Постанова НКРЕКП від 30.09.2015 № 2494 «Про затвердження Кодексу газорозподільних систем».
6. Круглов В.В., Борисов В.В. Штучні нейронні мережі. Теорія і практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Телеком, 2001. – 382 с.
7. Хайкін С. Нейронні мережі / С. Хайкін. – М.: Вільямс, 2006. – 1103 с.
8. Матвійчук А.В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка: [монографія] / А.В. Матвійчук. – К.: КНЕУ, 2011. – 439 с.
9. Нечітка логіка та нейронні мережі в управлінні підприємством: [монографія] / Т.С. Клебанова, Л.О. Чаговець, О.В. Панасенко. – Х.: ІНЖЕК, 2011. – 240 с.
10. Алтунін А.Е. Моделі та алгоритми прийняття рішень в нечітких умовах: [монографія] / А.Е. Алтунін, М.В. Семухин. – Тюмень: ТГУ, 2000. – 352 с.

УДК 330.43:330.55(100)

Норік Л.О., к. е. н.,доцент кафедри вищої математики
та економіко-математичних методів*Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця***Григоренко А.А.**, здобувач наукового ступеня к. е. н.,
*Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця***ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ
НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ ЗА ПОКАЗНИКОМ ВВП НА ДУШУ НАСЕЛЕННЯ**

Норік Л.О., Григоренко А.А. Визначення оптимальної структури промислового комплексу національної економіки за показником ВВП на душу населення. У статті побудовано модель залежності показника ВВП на душу населення країни як багатофакторна лінійна регресія, значущість та якість якої оцінено за відповідними статистичними критеріями. Обґрунтовано найбільш доцільну структуру промислового комплексу країни, яка забезпечує цілісність національної економіки та високий рівень суспільної продуктивності праці.

Ключові слова: структура промисловості, економетрична модель, оптимізація, ВВП на душу населення, цілісний промисловий комплекс.

Norik L.A., Grygorenko A.A. Определение оптимальной структуры промышленного комплекса национальной экономики по показателю ВВП на душу населения. В статье построена модель зависимости показателя ВВП на душу населения страны как многофакторная линейная регрессия, значимость и качество которой оценено по соответствующим статистическим критериям. Обоснована наиболее целесообразная структура промышленного комплекса страны, которая обеспечивает целостность национальной экономики и высокий уровень общественной производительности труда.

Ключевые слова: структура промышленности, эконометрическая модель, оптимизация, ВВП на душу населения, целостный промышленный комплекс.

Norik L.O., Grygorenko A.A. Determining the optimal structure of the industrial complex of the national economy based on GDP per capita indicator. In the article, a model of dependence of the country's GDP per capita indicator was built as a multifactor linear regression, the significance and quality of which were evaluated on the basis of applicable statistical criteria; optimal values of instrumental variable indicators were obtained. By solving the optimization problem, the most viable structure of the industrial complex of the national economy that ensures integrity of the national economy and high GDP per capita indicator was substantiated.

Keywords: industrial structure, econometric models, optimization, GDP per capita, integral industrial complex.

Постановка проблеми. Найактуальніше значення для національної економіки, яка знаходиться на стадії становлення й укріплення, має виділення в її структурі промислового комплексу, визначення його ролі, вимог та ефективних напрямів розвитку. Промисловий комплекс країни забезпечує її сталий соціально-економічний розвиток і відіграє важливу роль у досягненні стабільного нарощування показників національного багатства.

Промисловий комплекс національної економіки будь-якої країни як складна соціально-економічна система має свою структуру та підпадає під принцип оптимальності. Оптимальна економічна структура – це найкращий варіант формування системи відносин між елементами (складовими частинами) промислового комплексу країни, що пов'язані з використанням обмежених економічних ресурсів для найбільш повного задоволення потреб суспільства. Оптимальна економічна структура промислового комплексу буде ефективною в умовах, коли відбувається максимальне задоволення суспільних потреб, що стає можливим за рахунок збільшення показника ВВП на душу населення країни. Іншою умовою оптимальності є забезпечення переходу економічної системи до вищого не тільки кількісного, а й якісного стану. Проявом якісного покращення системи є формування цілісного промислового комплексу національної економіки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження динаміки валового внутрішнього продукту (ВВП) країни та чинників впливу на даний показник вивчали А.А. Мазаракі, В.Д. Лагутін, Т.М. Мельник, В.В. Попова, К.О. Тертична. Великий внесок у розроблення теорії та методології структурних трансформацій господарського комплексу та його ядра – промислового комплексу, оцінки її ефективності та динаміки розвитку зробили українські науковці, серед яких – М.П. Бутко, Б.М. Данилишин, С.І. Дорогунцов, Т.В. Пепа, Л.Г. Чернюк, Т.П. Шинкоренко та ін. Проте на сьогоднішній день більшість вітчизняних учених розглядає проблему управління та структурування окремих секторів промисловості, а питання щодо формування оптимальної структури промислового комплексу національної економіки, яка б забезпечила його цілісність та належний рівень показника ВВП на душу населення країни, залишається найменш дослідженим.

Постановка завдання. Метою статті є визначення оптимальної структури промислового комплексу національної економіки за ефективного рівня суспільної продуктивності праці населення.

Для досягнення поставленої мети було вирішено такі основні завдання: розроблено модель залежності показника ВВП на душу населення від складників структури промислового комплексу національної економіки; обґрунтовано оптимальну структуру промислового комплексу; визначено рейтинговий перелік структурних елементів промисловості за

рівнем їх впливу на формування показника ВВП на душу населення.

Виклад основних результатів. Модель оптимальної структури промислового комплексу за ефективного рівня суспільної продуктивності праці розглядається за даними 18-ти найбільш високорозвинених країни світу, які входять до одного кластера міжнародної економіки, а саме: Австрії, Бельгії, Великобританії, Данії, Ізраїлю, Ірландії, Іспанії, Італії, Канади, Німеччини, Норвегії, Фінляндії, Франції, Швеції, Швейцарії, Японії, Нідерландів, Ісландії [1]. У межах виділеного кластера країн спостерігається кількісна однорідність показників структури промислового комплексу за рівнем значень, яка дає можливість виділити найбільш суттєві для кластера структурні елементи промислового комплексу як чинники впливу на формування ВВП.

Економетричну модель структури промислового комплексу розвинених країн за показником ВВП на душу населення можна представити у вигляді рівняння множинної регресії:

$$Z = f(p_1, p_2, \dots, p_m, e),$$

де Z – показник ВВП на душу населення (дол. США); p_j ($j = \overline{1, m}$) – показники структури промислового комплексу досліджуваних країн (%); e – стохастичний складник.

Як екзогенні змінні розглядаються такі показники: p_1 – виробництво харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів (%); p_2 – текстильне і швейне виробництво, виробництво шкіри, виробів зі шкіри та інших матеріалів (%); p_3 – оброблення деревини, виробництво виробів із дерева та виробництво меблів (%); p_4 – целюлозно-паперове виробництво та поліграфічна й видавнича діяльність (%); p_5 – виробництво коксу та нафтопродуктів, ядерного палива (%); p_6 – виробництво хімічних речовин і продуктів (%); p_7 – виробництво гумових та пластмасових виробів (%); p_8 – виробництво неметалевих мінеральних продуктів (%); p_9 – металургійне виробництво (основні метали) (%); p_{10} – виробництво готових металевих виробів (%); p_{11} – виробництво машин та устаткування (%); p_{12} – виробництво автомобілів, причепів, напівпричепів та іншого транспортного устаткування (%); p_{13} – виробництво електричних машин та апаратів (%); p_{14} – виробництво медичного обладнання, радіозв'язку, телебачення, оптичних приладів, обчислювальної техніки та ін. (%).

Рівняння множинної регресії можна представити у вигляді лінійної функції $Z = b_1 p_1 + b_2 p_2 + \dots + b_{14} p_{14} + e$. Обчислення параметрів лінійної регресії здійснено за методом найменших квадратів (МНК) у середовищі MS Excel за допомогою вбудованої функції «ЛИНЕЙН».

За результатами проведених розрахунків отримано таке рівняння моделі структури промислового комплексу за ефективного рівня показника ВВП на душу населення:

$$Z = 383,13p_1 - 638,18p_2 + 590,04p_3 - 1058,02p_4 + 675,55p_5 + 482,58p_6 - 5578,85p_7 + 2033,58p_8 + 662,34p_9 + 1946,09p_{10} + 1155,20p_{11} + 538,42p_{12} + 496,21p_{13} + 767,83p_{14}. \quad (1)$$

Для перевірки статистичної значущості оцінок параметрів моделі (1) знайдено стандартні помилки та величини оцінок t -статистики Стьюдента:

$$t(p_1) = 5,12; t(p_2) = -2,22; t(p_3) = 2,12; t(p_4) = -4,93; t(p_5) = 5,71; t(p_6) = 4,27; t(p_7) = -10,62; t(p_8) = 2,76; t(p_9) = 2,89; t(p_{10}) = 4,69; t(p_{11}) = 10,57; t(p_{12}) = 6,46; t(p_{13}) = 1,38; t(p_{14}) = 5,45.$$

Величини оцінок t -статистик Стьюдента свідчать про статистичну значущість коефіцієнтів регресії (за відповідним рівнем значущості), що підтверджує доцільність розгляду кожної з пояснюючих змінних у моделі.

Якість побудованої моделі (1) в цілому можна оцінити за допомогою коефіцієнта детермінації (R^2), значення якого розраховується в розділі статистики функції «ЛИНЕЙН». Отримано $R^2 = 0,996$, що свідчить про суттєву залежність ВВП від досліджуваних пояснювальних змінних.

Значущість рівняння побудованої множинної регресії в цілому також оцінюється за допомогою F -критерію Фішера, розрахункове значення якого видається в розділі статистики функції «ЛИНЕЙН». Отримано, що $F = 215,43$. Визначено табличні значення F -критерію Фішера з параметрами $k_1 = m = 14$ та $k_2 = n - m = 58$ за рівнем значущості $\alpha = 0,05$ й $\alpha = 0,01$: $F_{мабл}(\alpha = 0,05) \approx 1,96$; $F_{мабл}(\alpha = 0,01) \approx 2,18$. Оскільки розрахункове значення F -критерію Фішера значно перевищує табличні значення, можна з упевненістю 99% стверджувати, що побудоване рівняння множинної регресії значиме.

Отже, побудоване рівняння (1) задовольняє критеріям якості, тому його можна використовувати для дослідження впливу пояснювальних змінних.

Для визначення рейтингу впливу вибраних у моделі пояснювальних змінних формують лінійну регресійну модель у стандартизованих змінних:

$$t_Z = \beta_1 t_1 + \beta_2 t_2 + \dots + \beta_m t_m + \varepsilon,$$

$$\text{де } t_Z = \frac{Z - \bar{Z}}{s_Z}, \quad t_i = \frac{p_i - \bar{p}_i}{s_{p_i}} - \text{стандартизовані змінні};$$

$\varepsilon = \frac{e}{s_Z}$ – залишки моделі в стандартизованих змінних;

s_Z, s_{p_i} – середні квадратичні відхилення змінних моделі;

$\beta_i = b_i \frac{s_{p_i}}{s_Z}$ – коефіцієнти регресії в стандартизованих змінних [2].

Сформовано таке рівняння моделі структури промислового комплексу за ефективного рівня показника ВВП на душу населення країни в стандартизованих змінних:

$$t_z = 0,185t_1 - 0,039t_2 + 0,074t_3 - 0,129t_4 + 0,135t_5 + 0,184t_6 - 0,455t_7 + 0,145t_8 + 0,107t_9 + 0,296t_{10} + 0,304t_{11} + 0,135t_{12} + 0,042t_{13} + 0,179t_{14}. \quad (2)$$

За абсолютною величиною β -коефіцієнтів моделі (2) можна зробити висновок про силу впливу змінних моделі на результативну змінну (ВВП на душу населення) та визначити рейтинг пояснювальних змінних.

Отже, визначено такий рейтинговий перелік структурних елементів промислового комплексу за рівнем їх впливу на формування ВВП на душу населення досліджуваних країн: p_7 – виробництво гумових та пластмасових виробів; p_{11} – виробництво машин та устаткування; p_{10} – виробництво готових металевих виробів; p_1 – виробництво харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів; p_6 – виробництво хімічних речовин і продуктів; p_{14} – виробництво медичного обладнання, радіозв'язку, телебачення, оптичних приладів, обчислювальної техніки та ін.; p_8 – виробництво неметалевих мінеральних продуктів; p_5 – виробництво коксу та нафтопродуктів, ядерного палива; p_{12} – виробництво автомобілів, причепів, напівпричепів та іншого транспортного устаткування.

Даний рейтинговий перелік характеризує високий технологічний рівень розвитку промислового комплексу досліджуваних країн. Однак чи достатньо такого розподілу частки структурних елементів промисловості для забезпечення необхідного рівня показника суспільної продуктивності праці населення, чи ні, можна встановити за допомогою математичного апарату оптимізаційного моделювання.

Цільовою функцією оптимізаційної задачі стає показник ВВП на душу населення (Z), який визначається формулою (1). Як змінні оптимізаційної задачі розглядаються пояснювальні змінні p_1, p_2, \dots, p_{14} моделі (1). Слід також зазначити, що на відміну від загальної оптимізаційної задачі показник ВВП не максимізується, а задається на відповідному достатньо високому рівні. Розглядається рівень 43 235,07 дол. США., що є середнім значенням показника ВВП на душу населення досліджуваних високорозвинених країн за визначений період.

Обмеженнями на змінні має бути деякий коридор значень, які встановлюються за економічним змістом змінних та з урахуванням мети задачі. Пропонується обмеження задачі оптимізації показника ВВП на душу населення визначити з урахуванням обчислених максимальних, середніх та мінімальних значень змінних оптимізаційної задачі. Також необхідно забезпечити виконання математичного співвідношення про рівність 100% суми всіх показників моделі, тобто $\sum_{i=1}^{14} p_i = 100$.

Також основним обмеженням є вимога, щоб загальна частка найбільш високотехнологічних секторів промисловості була не менш ніж 35%, тобто $p_{11} + p_{12} + p_{13} + p_{14} \geq 35$.

Таким чином, модель оптимізаційної задачі має вигляд:

$$Z = 383,13p_1 - 638,18p_2 + 590,04p_3 - 1058,02p_4 + \\ + 675,55p_5 + 482,58p_6 - 5578,85p_7 + 2033,58p_8 + \\ + 662,34p_9 + 1946,09p_{10} + 1155,20p_{11} + 538,42p_{12} + \\ + 496,21p_{13} + 767,83p_{14} = 43235,07$$

система обмежень:

$$\left\{ \begin{array}{l} 16,66 \leq p_1 \leq 25,59, \quad 1,98 \leq p_2 \leq 9,42, \quad 2,12 \leq p_3 \leq 5,11, \\ 4,08 \leq p_4 \leq 8,81, \quad 5,28 \leq p_5 \leq 16,55, \quad 13,97 \leq p_6 \leq 43,81, \\ 3,39 \leq p_7 \leq 5,18, \quad 3,04 \leq p_8 \leq 5,59, \quad 6,08 \leq p_9 \leq 18,96, \\ 6,47 \leq p_{10} \leq 9,09, \quad 10,33 \leq p_{11} \leq 20,77, \quad 9,18 \leq p_{12} \leq 21,14, \\ 3,19 \leq p_{13} \leq 6,72, \quad 7,7 \leq p_{14} \leq 26,14, \\ p_{11} + p_{12} + p_{13} + p_{14} \geq 35, \\ \sum_{i=1}^{14} p_i = 100. \end{array} \right.$$

Дана задача є лінійною однокритеріальною оптимізаційною задачею, розв'язання якої здійснено в середовищі програмного пакету MS Excel.

Отримано такі оптимальні значення показників змінних моделі оптимізації промислового комплексу національної економіки:

$$p_1 = 16,66, \quad p_2 = 1,98, \quad p_3 = 2,12, \quad p_4 = 4,08, \quad p_5 = 5,28, \\ p_6 = 13,97, \quad p_7 = 4,26, \quad p_8 = 4,10, \quad p_9 = 6,08, \quad p_{10} = 6,47, \\ p_{11} = 14,93, \quad p_{12} = 9,18, \quad p_{13} = 3,19, \quad p_{14} = 7,70,$$

що забезпечить зростання ВВП на душу населення досліджуваних країн до рівня 43 235,07 дол. США. За таких значень показників у країні фор-

мується власний самодостатній цілісний промисловий комплекс, який утворює ядро самодостатньої економіки, виступає гарантією економічної безпеки держави, фактором зміцнення позицій країни в глобальній системі економічних відносин. Рух до цілісного промислового комплексу означає формування єдиної взаємопов'язаної системи галузей промисловості, яка спирається на розгалужену інфраструктуру.

Отриманий розв'язок оптимізаційної задачі можна вважати кількісною та якісною характеристикою бажаної структури промислового комплексу національної економіки. Порівнюючи аналогічні показники будь-якої країни, можна виявити відхилення від оптимальних значень та визначити найбільш важливі аспекти управління процесом формування структури промислового комплексу в напрямі цілісності.

Висновки. Таким чином, розроблено модель структури промислового комплексу країн, яка ґрунтується на основних теоретичних положеннях економіко-математичного моделювання та теорії оптимізації. Практична реалізація основних етапів розробленої моделі дасть змогу обґрунтувати найбільш оптимальний варіант структури промислового комплексу країни, що забезпечить його цілісність та бажаний рівень показника ВВП на душу населення.

Список літератури:

1. Григоренко А.А. Визначення місця господарського комплексу країн в світовій економіці завдяки застосуванню кластерного аналізу / А.А. Григоренко // Науковий вісник Херсонського державного університету. Економічні науки. – 2015. – Ч. 4. – Вип. 15. – С. 34–40.
2. Эконометрика в примерах и задачах для иностранных студентов: [учеб. пособ.] / Л.М. Малярец, Э.Ю. Железнякова, Л.А. Норик. – Харьков: ХНЭУ им. С. Кузнеца, 2014. – 266 с.