



Гайдучок О. В.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧОГО СЕКТОРУ ЕНЕРГОЗАЛЕЖНОЇ ЕКОНОМІКИ

Розглянуто двохсекторну економіку із виділенням енергетичного сектору. За допомогою системного підходу описано основні макроекономічні показники — потужності секторів, капіталу, ціни продукту, цін газу, нафти, вугілля, заробітної плати. Записано виробничі функції, які використовуються в двохсекторній економіці. Побудовано системну модель економіки як нелінійну систему диференціальних рівнянь для основних макроекономічних показників енергозалежної економіки.

Ключові слова: системний аналіз, енергозалежна економіка, двохсекторна економіка, виробнича функція.

1. Вступ

У сучасних умовах розвитку і становлення ринкової економіки України важливим елементом є залежність практично усіх галузей економіки від енергосировини, яка імпортується ззовні за визначеними цінами. Загострення проблеми з імпортом газу через неузгодженість ціни підтвердило необхідність використання власних ресурсів. Проблеми з газом, очевидно, не було б, якби держава вважала видобуток його з надр України пріоритетним напрямом своєї діяльності в енергетичній сфері, забезпечивши фінансовою, а головне — нормативною та законодавчою базами. Проте наразі цього немає, і для України актуальність проблеми енергозабезпечення обумовлюється тим, що країна немає власних енергоресурсів у достатній мірі для споживання та виробництва, тому змушена закуповувати ззовні за високою ціною.

Для передбачення майбутньої економічної ситуації створено потужні методи, а саме: метод часових рядів; методи лінійного та нелінійного регресійного аналізу, як одновимірних, так і багатовимірних; методи імітаційного моделювання; економетричні моделі [1–3]. Головне призначення таких моделей полягає у відповіді на питання: який кількісний вплив зроблять на вихідні показники зміни керованих даних. Проте аналіз існуючих методологічних моделей виявив, що них не реалізовано системного підходу.

Тому постає задача побудови системної математичної моделі для опису енергозалежної економіки, і зокрема, моделювання виробничого сектору цієї економіки.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Описання економічної системи починається з того, що виділяються економічні агенти, діяльність і відносини між якими визначають структуру економіки, що до-

сліджується. Економічні агенти — це соціальні групи чи структури, яким в рамках моделі приписані певні функції в економіці і певні інтереси (чи стратегія поведінки). Діяльність економічних агентів зводиться до виробництва матеріальних благ, обміну і перерозподілу [4–6]. Це виражається матеріальними балансами, які пов'язують зміну матеріальних запасів у економічних агентів з потоками обмінів між ними. Крім цього, практично будь-якому матеріальному потоку між економічними агентами відповідає потік грошових засобів. Тому для кожного економічного агента, окрім матеріальних балансів, треба виписати фінансові баланси, які пов'язують зміну фінансових активів та пасивів. За допомогою системного підходу модель економіки можна представити у такому вигляді (рис. 1) [7].

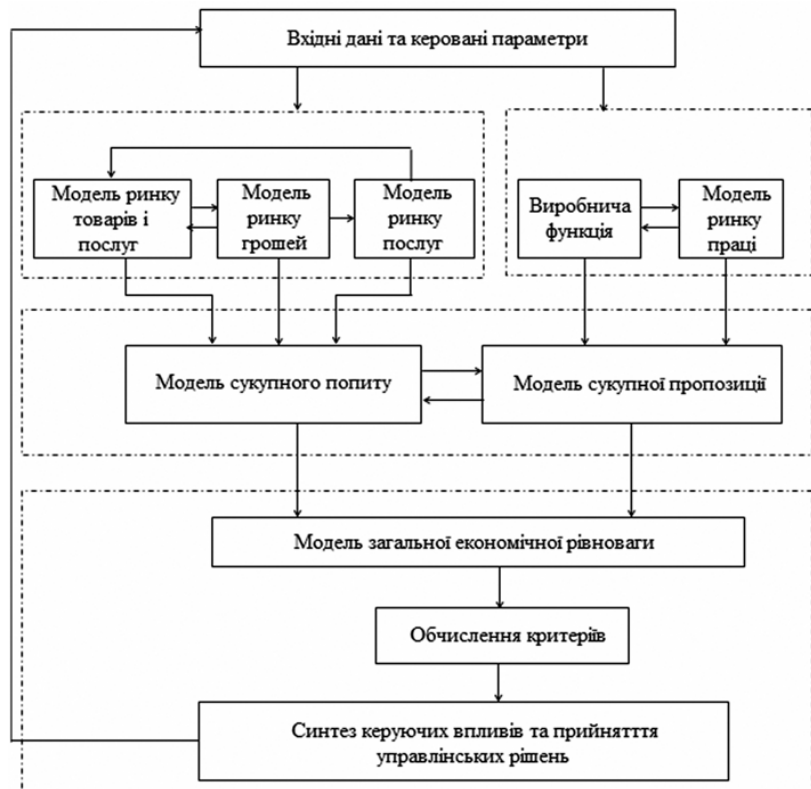


Рис. 1. Схема системної моделі економіки

Автори монографії [8] вперше провели системний аналіз еволюції економіки. Модель визначає загальну економічну рівновагу в країні, оскільки враховує взаємозв'язки всіх економічних агентів (виробництва, держави, населення, банківської сфери) на всіх агрегованих ринках (товарів і послуг, енергії, грошей, праці). Всі вхідні та вихідні параметри моделі взаємопов'язані і зміна кожного із вхідних призводить до зміни всіх інших.

За допомогою системного підходу запишемо, як виглядає виробничий сектор енергозалежної економіки. Розглянемо двохсекторну економіку. Навіть у найпростішому випадку багатосекторне описання виробництва викликає появу нових описань у моделі. По-перше, необхідно описувати не лише ринок продукту, але й ринок енергії. Ринок енергії не схожий на ринок продукту, тому що на відміну від продукту енергію не можна запасати. По-друге, при описі ринку капіталу потрібно враховувати можливість перерозподілу інвестицій між секторами. По-третє, виникає проблема міжсекторної міграції робочої сили.

3. Об'єкт, ціль та задачі дослідження

Об'єктом дослідження є двохсекторна економіка, для потреб якої потрібна енергосировина у достатній кількості.

Для дослідження впливу ціни на імпортовані енергетичні ресурси вирішувалися такі задачі:

- виділення в економіці двох секторів, опис технологічного сектору;
- моделювання виробничих потужностей сукупності виробників.

4. Матеріали та методи дослідження виробничого сектору енергозалежної економіки

Розглянемо замкнуту економіку, тобто економіку без зовнішніх обмінів. Вважається, що всі економічні агенти знаходяться у ринкових умовах досконалої конкуренції. Кожен із них обмінюється продуктами і ресурсами шляхом купівлі-продажу на ринках продуктів та ресурсів по цінах, які складаються в результаті взаємодії сукупного попиту та пропозиції товарів. Жоден із економічних агентів не в змозі самостійно впливати на ціни, але кожен із економічних агентів по цінам, які встановилися, може реалізувати свою пропозицію і задовільними свій платоспроможний попит. На всіх ринках економічні агенти розраховуються одними і тими ж платіжними засобами.

Виробництво агреговане в два сектори. В першому секторі виробляється однорідний кінцевий продукт, частина якого використовується як споживчий продукт для населення, а частина — як фондоутворюючий продукт для створення виробничих потужностей в обох секторах. В другому секторі виробляється однорідний продукт — енергія, частина якої витрачається першим сектором в процесі виробництва, а частина — для кінцевого споживання населенням [9, 10].

Технології, що використовуються в першому секторі, який виробляє кінцевий продукт, характеризуються такими параметрами:

1) нормою трудомісткості λ одиниці випущеного продукту;

2) нормою енергомісткості e одиниці випущеного продукту.

Множина можливих технологій задається кривою $e(\lambda)$, що відображає властивість енергії замінити живу працю і для простоти представляється у вигляді:

$$e(\lambda) = \frac{e^0}{\lambda}, \quad (1)$$

де e^0 — додатна розмірна константа, λ змінюється від 0 до ∞ .

Технічний рівень сектору характеризується найменш трудомісткою технологією $\lambda = v$. Хоча v зменшується з часом, але для простоти вважається, що $v = \text{const}$.

Виробничі одиниці, що використовують одну і ту ж технологію λ , тепер конкретизуються енергомісткістю $e(\lambda)$ одиниці продукту та потужністю $m_1(t, \lambda)$. Сумарна потужність першого сектору виражається інтегралом:

$$M_1 = \int_v^{\infty} m_1(t, \lambda) d\lambda, \quad (2)$$

а загальне число робочих місць R^* та максимальна потреба в енергії E^* відповідно інтегралами:

$$R^* = \int_v^{\infty} \lambda m_1(t, \lambda) d\lambda, \quad (3)$$

$$E^* = \int_v^{\infty} e(\lambda) m_1(t, \lambda) d\lambda. \quad (4)$$

Розподіл $m_1(t, \lambda)$, $v \leq \lambda < \infty$, вважаємо таким, що величини M_1 , R^* , E^* скінченні.

Виробничі можливості сукупності виробників описуються виробничою функцією, яка задає залежність максимального сумарного випуску за одиницю часу Y від виробничої потужності M та кількості використаної робочої сили R .

У роботі О. Петрова [8] було показано, за певних припущень можна побудувати виробничу функцію такого виду:

$$f(t, x) = 1 - \left[1 - \frac{1 - \varepsilon}{v} x \right]^{\frac{1}{1 - \varepsilon}}, \quad (5)$$

де v , ε — константи, що відповідають за технології і коефіцієнт пропорційності створення нових потужностей.

5. Моделювання виробничого сектору

Виробничі функції першого сектору представляється у вигляді:

$$Y_1 = F_1(M_1, R^L, E) = M_1 f_1(x_1^1, x_1^2), \quad (6)$$

$$x_1^1 = \frac{R^L}{M_1}, \quad x_1^2 = \frac{E}{M_1},$$

де M_1 – потужність першого сектору, $f_1(x_1^1, x_1^2)$ – виробнича функція першого сектору, R – кількість робочої сили, E – енергія. Функції попиту на робочу силу $R^d\left(\frac{s}{p_1}, \frac{p_2}{p_1}\right)$, на енергію $E^d\left(\frac{s}{p_1}, \frac{p_2}{p_1}\right)$ та функція пропозиції продукту $Y_1^*\left(\frac{s}{p_1}, \frac{p_2}{p_1}\right)$ знаходяться з умови максимуму поточного прибутку виробництва продукту:

$$\Pi_1(x_1^1, x_1^2) = M_1 [p_1 f_1(x_1^1, x_1^2) - s x_1^1 - p_2 x_1^2] \rightarrow \max_{x_1^1, x_1^2}$$

що еквівалентна умовам:

$$\frac{\partial f_1(x_1^1, x_1^2)}{\partial x_1^1} = \frac{s}{p_1}, \quad \frac{\partial f_1(x_1^1, x_1^2)}{\partial x_1^2} = \frac{p_2}{p_1}, \quad (7)$$

де s – ставка заробітної плати, p_1 – ціна продукту першого сектору, p_2 – ціна продукту другого сектору. Тоді:

$$R^d = M_1 x_1^1, \quad E^d = M_1 x_1^2, \quad Y_1^* = M_1 f_1(x_1^1, x_1^2). \quad (8)$$

Надалі описання строується тим, що у всіх технологіях першого сектору вважаються незмінними норми прирестної фондомісткості b_1 , а також темпи вибуття потужностей μ_1 .

Рівняння зміни сумарної потужності запишеться так:

$$\frac{dM_1}{dt} = I_1 - \mu_1 M_1, \quad (9)$$

де I_1 – швидкість створення нових потужностей.

Технології, що використовуються в другому секторі, характеризуються нормою витрат енергетичної сировини λ_E на випуск одиниці енергії. Виробництво в другому секторі описується розподілом потужностей по технологіях [11]. Технологічні зміни в секторі не враховуються, і розподіл вважається незмінним. Тоді виробництво в другому секторі описується виробничою функцією:

$$Y_2 = F_2(M_2, V_E) = M_2 f_2(x_2), \quad x_2 = \frac{V_E}{M_2}, \quad (10)$$

де M_2 – потужність другого сектору, $f_2(x_2)$ – виробнича функція другого сектору, V_E – кількість енергетичної сировини, що витрачається. Попит на енергетичну сировину

$V_E^d\left(\frac{p_2}{p_E}\right)$ і пропозиція енергії $Y_2^s\left(\frac{p_2}{p_E}\right)$ першому сектору і населенню в залежності від ціни енергії p_2 та ціни енергетичної сировини p_E знаходяться з умови максимуму поточного прибутку виробництва енергії:

$$\Pi_2(x_2) = M_2 [p_2 f_2(x_2) - p_E x_2] \rightarrow \max_{x_2}$$

що еквівалентне умові:

$$f_2'(x_2) = \frac{p_E}{p_2}. \quad (11)$$

Тоді:

$$V_E^d = M_2 x_2, \quad Y_2^s = M_2 f_2(x_2). \quad (12)$$

Як і для першого сектору, надалі описання спрощується тим, що в усіх технологіях другого сектору вважаються незмінними норми прирестної фондомісткості b_2 , а також темпи вибуття потужностей μ_2 .

Тоді виробнича потужність другого сектору змінюється згідно рівняння:

$$\frac{dM_2}{dt} = I_2 - \mu_2 M_2. \quad (13)$$

6. Обговорення результатів моделювання виробничого сектору економіки

Наведена вище модель енергетичного сектору дозволяє передбачити поведінку економіки при змінах ціни на імпортовані енергоносії. Проте реальну кількісну зміну ціни, зокрема на продукт першого сектору, спрогнозувати важко, оскільки є багато параметрів моделювання для двохсекторної економіки і їх значення на разі неможливо підібрати точно.

Проведене дослідження дає змогу побудувати системну модель економіки в цілому. Це в свою чергу дозволяє будувати системні прогнози, робити певні припущення про розвиток економіки в часі, перевіряти результати теорії на деякій умовній системі, а не на реальній економіці (використати підходи імітаційного моделювання). Також це дослідження дає змогу оцінити доцільність того чи іншого керованого сценарію розвитку економіки.

Наведене моделювання енергетичного сектору є результатом попередніх досліджень у цій сфері. Згодом, після виокремлення параметрів керування енергетичним сектором економіки та всією системною моделлю економіки в цілому планується дослідження станів досяжності системи та дослідження поведінки стійкості.

7. Висновки

В результаті проведених досліджень:

1. Проведено виокремлення в економіці двох секторів, розділено сектори вироблення продукту та енергії.
2. Змодельовані виробничі технології, які використовуються в секторах.
3. Досліджено методіку формування виробничих потужностей секторів економіки.

Література

1. Klaassen, G. A. J. Economics of sustainability or the sustainability of economics: Different paradigms [Text] / G. A. J. Klaassen, J. B. Opschoor // Ecological Economics. – 1991. – Vol. 4, № 2. – P. 93–115. doi:10.1016/0921-8009(91)90024-9

2. Кухар, Р. Б. Економетрія [Текст] / Р. Б. Кухар, О. І. Єлейко, О. І. Степанюк. — Львів: ЛНУВМтаБТ імені С. З. Гжицького, 2009. — 60 с.
3. Пономаренко, К. А. Основи економічної кібернетики [Текст] / К. А. Пономаренко. — К.: КНТЕУ, 2002. — 432 с.
4. McConnell, C. Macroeconomics [Text] / Campbell McConnell, Stanley Brue, Sean Flynn. — Ed. 19. — McGraw-Hill Higher Education, 2011. — 528 p.
5. Hritonenko, N. Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment [Text] / N. Hritonenko, Y. Yatsenko // Springer Optimization and Its Applications. — Springer US, 2013. — Vol. 88. — 296 p. doi:10.1007/978-1-4614-9311-2
6. Blyth, W. The Economics of Transition in the Power Sector [Text] / W. Blyth // IEA Energy Papers. — Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD), 2010. — 34 p. doi:10.1787/5kmh3njfk8vf-en
7. Сухоруков, А. І. Моделювання та прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів України [Текст]: монографія / А. І. Сухоруков, Ю. М. Харазішвілі. — К.: НІСД, 2012. — 368 с.
8. Петров, А. А. Опыт математического моделирования экономики [Текст] / А. А. Петров, И. Г. Поспелов, А. А. Шанинин. — М., 1996. — 544 с.
9. Ayres, R. U. The Economic Growth Engine: How Energy and Work Drive Material Prosperity [Text] / Robert Ayres, Benjamin Warr. — Edward Elgar Publish, 2010. — 393 p.
10. Kümmel, R. Growth Dynamics of the Energy Dependent Economy [Text] / Reiner Kümmel. — Hain, 1980. — 128 p.
11. Гайдучок, О. Системне прогнозування двохсекторної економіки [Текст]: зб. наук. пр. / О. Гайдучок // Економіка:

проблеми науки і практики. — ДНУ, 2007. — Вип. 230, Том II. — С. 495–510.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО СЕКТОРА ЭНЕРГОЗАВИСИМОЙ ЭКОНОМИКИ

Рассмотрено двухсекторную экономику с выделением энергетического сектора. С помощью системного подхода описаны основные макроэкономические показатели — мощности секторов, капитала, цены продукта, цен газа, нефти, угля, заработной платы. Записаны производственные функции, которые используются в двухсекторной экономике. Построена системная модель экономики как нелинейную систему дифференциальных уравнений для основных макроэкономических показателей энергетической экономики.

Ключевые слова: системный анализ, энергетическая экономика, двухсекторная экономика, производственная функция.

Гайдучок Елена Васильевна, кандидат экономических наук, доцент, кафедра прикладной математики, Национальный университет «Львівська політехніка», Украина, e-mail: okgaid@gmail.com.

Гайдучок Елена Васильевна, кандидат экономических наук, доцент, кафедра прикладной математики, Национальный университет «Львовская политехника», Украина.

Gaiduchok Olena, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, e-mail: okgaid@gmail.com

УДК 007.5:004.9

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.41614

Хапов Д. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ

В статье рассмотрена методология системы оценивания влияния природно-климатических условий и социально-экономических мероприятий на производственно-хозяйственную деятельность территории, развитие экономики государства, социально-экономических систем, с применением различных интегральных показателей, использованием экспертного оценивания. Представлено ранжирование стран по обобщенным интегральным характеристикам. Описана информационная технология интегральной оценки, с описанием базы данных статистической информации и алгоритма расчета.

Ключевые слова: социально-экономические факторы, природно-климатические условия, устойчивое развитие территории, интегральные показатели.

1. Введение

Природно-климатические факторы (ПКФ) играют важную роль в жизни общества и государства, а их игнорирование представляет особую опасность для сельского, водного и рекреационного хозяйства, транспортной и энергетической систем, строительства, коммунального хозяйства и промышленности. Так как ПКФ являются одними из важных средообразующих факторов, необ-

ходим их учет, как во всем мире, так и в Украине в частности, потому что изменения на фоне сложной экологической ситуации в Украине могут вызвать серьезные социально-экономические проблемы, как для жизнедеятельности человека, так и для функционирования социально-экономических и производственных систем [1–3].

Природно-климатические факторы оказывают серьезное влияние на важнейшие социально-экономические