

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО ФАКТОРІВ

**О.П. Антонюк, кандидат економічних наук.
Національний гірничий університет**

© Антонюк, О.П., 2014.

Статтю отримано редакцією 13.11.2014 р.

Вступ. В умовах трансформаційного періоду важливим завданням економічної політики країни є вибір прийнятної для України моделі економічного зростання, яка стимулює розвиток економічного потенціалу, якісне поліпшення рівня життя населення, зниження бідності, забезпечення соціального захисту вразливих верств населення, здоровий розвиток та освіти підростаючого покоління. Сучасні моделі враховують можливість інвестування не лише у фізичний капітал, але й у низку інших виробничих ресурсів. Це пов'язано з визнанням того, що зростанню ефективності використання виробничих ресурсів сприяє велика кількість технологічних, організаційних та інших факторів, сукупність яких охоплюється поняттям науково-технологічного прогресу (НТП). Крім того, останнім часом з'являється все більше робіт, у котрих досліджується, як зростання виробництва відбивається на екологічній ситуації, як екологія впливає на можливість зростання, як рівень економічного розвитку пов'язаний з різними показниками, що характеризують стан соціальної сфери. Однак не приділено належної уваги взаємному впливу економіки, екології та соціальної сфери, незважаючи на прагнення багатьох країн світу до сталого розвитку, під яким розуміють розвиток, який задовольняє потреби як сьогодення, так і майбутніх поколінь в економічних та екологічних благах.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Розв'язання цих проблем вимагає використання методів економіко-математичного моделювання економічного зростання з урахуванням екологічного та соціального факторів, рівнів освіти та науково-технологічного прогресу. В основі сучасної неокласичної теорії економічного зростання лежать роботи П.М. Ромера (P.M. Romer) [1-2], Р. Лукаса (R.E. Lucas, Jr.) [3], С. Ребело (S. Rebelo) [4], які спираються на результати досліджень К. Ерроу (K.J. Arrow) [5], Х. Узави (H. Uzawa) [6], Е. Шешинські (E. Sheshinski) [7].

Впливу знань і наукового потенціалу на економіку присвятили свої роботи В.М. Геєць [8], Т.М. Клебанова [9], І.М. Ляшенко [10] та інші. О.Г. Голіченко [11] досліджував роль інновацій в економічному розвитку. Методи обліку НТП в агрегованих моделях економіки описали С.А. Айвазян, М.Ю. Афанасьєв, В.А. Руденко [12], Г.Б. Клейнер [13] й інші. Одночасний облік людського капіталу та результатів НТП в рамках трисекторної моделі здійснив А. Баксі (A. Bucci) [14]. Проблемами математичного моделювання взаємного впливу економічної системи та екології займається велика кількість зарубіжних учених, таких як Д. Форд (D. Ford), В. Леонтьєв [15], Я. Цукуї (J. Tsukui), Й. Муракамі (Y. Murakami) [16], В. Брок (W.A. Brock) [17], О. Тавонен (O. Tahvonen), Я. Куулувайнен [18].

Метою статті є аналіз економіко-математичного інструментарію розподілу виробничих ресурсів у науково-дослідній діяльності, освіті, соціальній сфері, екології й виробництві для забезпечення зростання національної економіки, поліпшення стану природного середовища та якості життя суспільства.

Постановка проблеми. На підставі вищевикладеного впливає, що в сучасній науковій літературі ще не представлено агреговану модель економічного зростання національної економіки, яка б пов'язувала виробничий сектор, сектори НДП і освіти, враховувала екологічний та соціальний фактори. На сьогодні в Україні не розроблено ефективної моделі розвитку економіки, на основі якої відбувалося б свідоме керування національними та економічними інтересами, і яка стала б теоретичною базою ефективної державної економічної політики. Теоретичною та методологічною основою дослідження стали праці вітчизняних і зарубіжних авторів у сфері економіко-математичного моделювання економічного зростання,

еколого-економічних та соціально-економічних взаємодій, матеріали наукових конференцій і семінарів з досліджуваної проблематики.

Основний матеріал і результати. У продовж останніх десятиріч економіки провідних країн світу демонстрували зростання обсягів випуску продукції на душу населення, це явище позначено терміном «сучасне економічне зростання» (*modern economic growth*). Але внаслідок кризи 2008–2009 рр. масштаби скорочення обсягів ВВП у світі й в Україні зокрема (на 35,6% у 2009 р. порівняно з 2008 р.) виявилися надзвичайно серйозними, що стало наслідком різкого скорочення валового нагромадження основного капіталу. Зниження доходів виробників, інфляція (17,1% у 2008 р.), скорочення експорту (на 45% у 2009 р. порівняно з 2008 р.), падіння обсягу виробництва (на 30% у 2009 р. порівняно з 2008 р.), кардинальна зміна умов запозичень та ринків збуту, а також недостатні зусилля держави не дозволили підтримати на належному рівні тенденції сучасного економічного зростання в межах України.

Провідні економісти світового рівня (П.М. Ромер (P.M. Romer), Р. Лукас (R.E. Lucas), С. Ребело (S. Rebelo) сформулювали стилізовані факти (*stylized facts*) сучасного економічного зростання, що відбивають тенденції та закономірності, типові для сучасної економічної динаміки, побудували на їх основі ендогенні моделі економічного зростання [1–4]:

- темпи зростання випуску на одного робітника значно різняться в різних країнах;
- накопичення окремих економічних факторів не має рішучого значення для пояснення відмінностей у рівнях економічного розвитку; основну роль відіграє продуктивність економічних факторів, їх одночасне зростання та взаємний вплив;
- важливу роль у забезпеченні високих темпів економічного зростання відіграють науково-технологічний прогрес та освіта, що знижують залежність виробництва від ресурсів.

На ранньому етапі розвитку моделей економічного зростання розглядалися лише такі форми капіталу, як фізичний капітал (*physical capital*) та трудові ресурси (*labor force*, кількісний показник робітників). Згодом загально визнаним стало врахування людського капіталу, що являє собою сукупність накопичених професійних знань, умінь та навиків, отриманих у процесі навчання та підвищення кваліфікації.

Наприкінці 50-х - початку 60-х рр. ХХ ст. почала формуватися так звана концепція людського капіталу, хоча ще А. Сміт визначав уміння і знання людей як елемент виробництва. Ця концепція розглядає закономірності створення і використання якісних характеристик людських ресурсів, таких як освіта, здоров'я, кваліфікація, виробничий досвід і т.д. Таким чином, у моделях, що враховують рівень людського капіталу, розглядається не тільки кількість трудових ресурсів, але і їх якість, яка є більшою мірою відображенням стану соціальної сфери.

У 60-х роках ХХ століття було введено поняття «економіка знань» («інноваційна економіка», «інформаційне суспільство») Ф. Махлупом [19] для визначення типу економіки, для якого втілення знань у виробництво забезпечує значну частку економічного зростання. Економіка знань принципово відрізняється від економіки індустріального типу, при якому накопичення благ пов'язано з матеріальними активами, в економіці, заснованій на знаннях, відбувається накопичення людського капіталу, а також створення таких умов, які б дозволили ефективно застосовувати накопичений досвід та знання у виробництві та споживанні.

Результатом стало виділення окремого сектора наукових досліджень – сектора освіти. Розглядаються виробничий сектор і сектор НДР (або сектор освіти), що випускає продукт «знання». Збільшення запасу знань в економіці може відбуватися в результаті роботи сектора НДР (наприклад, через збільшення кількості науково-технологічних розробок) або сектора освіти (за допомогою збільшення людського капіталу).

Із середини 80-х років минулого століття дослідження економічного зростання переживають новий етап, що почався з робіт П.М. Ромера і Р. Лукаса [1 – 3]. Причиною стало визнання того, які фактори, що визначають довгострокове економічне зростання, важливіші, ніж механізм ділового циклу чи результати монетарної або фіскальної політики держави, спрямованої на протидію циклічним коливанням. Нові досягнення визначали довгостроковий тренд зростання всередині моделі, що було втілено через створення моделей ендогенного зростання.

Багато авторів розглядають людський капітал як ключовий фактор економічного зростання: Р. Лукас [3], Хекман (J.J. Heckman) [20], О. Гейлор (O. Galor) і Райдер (H.E. Ryder) [21], Бенхабіб (J. Benhabib) і Шпігель (M. Spiegel) [22] та інші. В економіко-математичних моделях під науково-технологічним прогресом (НТП) зазвичай розуміють сукупність усіх явищ, які приводять до збільшення випуску без зростання обсягів використовуваних ресурсів.

Важливим здобутком у моделюванні економічного зростання є запропонована В.А. Колемаєвим [23] трисекторна модель, котра поєднує: матеріальний сектор, котрий виробляє предмети праці, фондостворюючий сектор, що виробляє засоби праці, сектор споживання, в якому створюють предмети вжитку. За допомогою трисекторної моделі В.А. Колемаєв дослідив вплив інфляції, зовнішньої торгівлі, податкової політики на виробництво та споживання.

Важливою стороною поняття сталого розвитку є екологічний фактор. Необхідно визначити шлях розвитку цивілізації, при якому вплив на біосферу не перевищує її господарської (або екологічної) ємності, тобто певної межі допустимих антропогенних впливів. Поняття сталого розвитку, крім екологічного аспекту, розглядає проблеми скорочення розриву в рівнях економічного розвитку різних країн і добробуту їх населення, безпеку від злочинності, тероризму й т.д. Національна та міжнародна економічна політика зазвичай ігнорувала проблему навколишнього середовища. Існує думка, що економічне зростання позитивно позначається на стані навколишнього середовища, що підвищення доходу збільшує екологічну деградацію до певного рівня, після чого екологічний стан поліпшується, тобто існує залежність, яка має «U-подібну» форму. Причиною такої залежності може бути те, що бідні країни не можуть собі дозволити додаткові витрати на екологію, і на більш ранніх стадіях економічного розвитку збільшення забруднення розцінюється як прийнятний побічний ефект економічного зростання. Коли країна досягає досить високого рівня життя, люди приділяють більше уваги стану навколишнього середовища. Це приводить до появи екологічного законодавства, створення установ, основною метою роботи яких є захист навколишнього середовища. У той же час, хоча економічне зростання викликає поліпшення деяких екологічних показників, саме по собі воно не може поліпшити загальний стан екології, а природних ресурсів не достатньо для підтримки необмеженого економічного зростання. Урахування стану навколишнього середовища в економічних моделях почалося з робіт Форрестера (J.R. Forrester) [24], В. Леонтєва [15] та Медоуза (D.L. Meadows) [25]. Е. Кілер (E. Keeler), М. Спенс (M. Spence) і Р. Зекхауер (R. Zeckhauser) запропонували модель оптимального контролю над забрудненням навколишнього середовища [26]. Взаємний вплив соціальної, екологічної та економічної політики досліджено в роботах Фармера [27], О'Ріана (R. O'Ryan) й інших [28], Шеффера (M. Scheffer) та інших. [29]. Фармер вивчив екологічні наслідки реформи соціального забезпечення. Група фахівців на чолі з О'Ріан створили модель рівноваги для аналізу впливу соціальної та екологічної політики на економіку.

Під керівництвом українського науковця І.М. Ляшенка побудовано еколого-економічну модель оптимізації галузевої структури економіки України з урахуванням екологічних умов. Модифіковано модель міжгалузевого балансу, яку доповнено маржинальними змінними, що передбачають зміни у динаміці обсягів випуску продукції за окремими видами економічної діяльності та відповідну зміну кількості викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря [10].

Найбільш усеосяжною на сьогодні є модель, запропонована Я.Я. Вагаповою [30] (рис.1), що являє собою опис національної економіки системою нелінійних диференціальних рівнянь, за її основу було взято модель А.Н. Моїсеєва, й описує розвиток економіки в цілому з урахуванням можливості управління розподілом виробничих ресурсів.

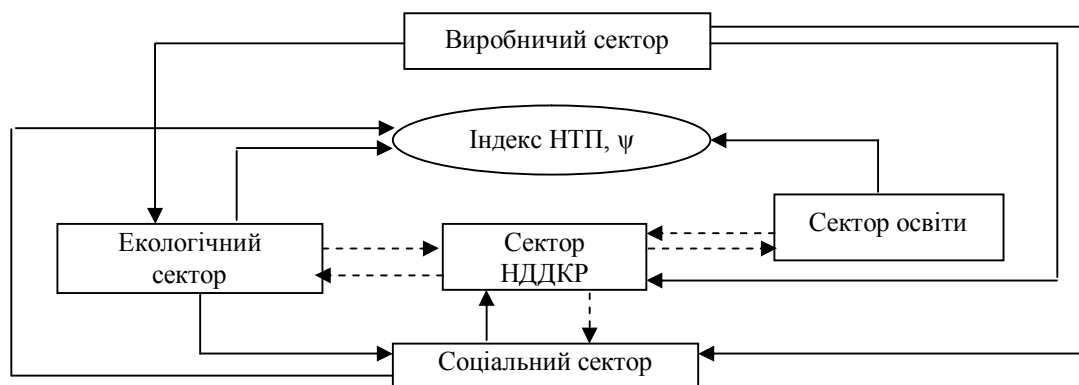


Рис. 1. П'ятисекторна модель економічного зростання

Як фактори виробництва в моделі Я.Я. Вагапової виступають: обсяг фізичного капіталу $K(t)$, обсяг некваліфікованої робочої сили $L(t)$, обсяг кваліфікованої праці $\sigma(t)$, запас знань і технологій в економіці $\varphi(t)$, екологічний індекс $\theta(t)$, соціальний індекс $r(t)$ і індекс НТП $\psi(t)$. Зміна $L(t)$ задається екзогенно, всі інші фактори виробництва є ендегенними змінними запропонованої моделі.

Висновки. Розглянувши моделі економічного зростання, можна зробити висновок, що нині не розроблено універсальної моделі для всебічного та адекватного аналізу, керування та прогнозування розвитку економіки України.

Розроблення й утілення моделі економічного зростання має забезпечити ефективне керування національними та економічними інтересами, стати теоретичною базою ефективної державної економічної політики. Привести економіку України до збалансованого стану її складових: економічної, технологічної, виробничої, соціальної та екологічної.

Перспективою подальших досліджень є побудова моделі економічного зростання за даними економіки України.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Romer P.M. Growth based on increasing returns due to specialization / P.M. Romer // *American Economic Review*. – 1987, May. – V. 77. – № 2.
2. Romer P.M. Increasing returns and long-run growth / P.M. Romer // *Journal of Political Economy*. – October, 1986. – V. 94. – P. 1002-1037.
3. Lucas R.E. On the mechanics of economic development / R.E. Lucas // *Journal of Monetary Economics*. – 1988, July. – № 22, № 1. – P. 3–42.
4. Rebelo S. Long-run policy analysis and long-run growth / S. Rebelo // *Journal of Political Economy*. 1991, June. – V. 99. – № 3. – P. 500–521.
5. Arrow K.J. The economic implications of learning by doing / K.J. Arrow // *Review of Economic Studies*. – 1962. – V. 29. – № 1. – P. 155–173.
6. Uzawa H. Optimal technical change in an aggregative model of economic growth / H. Uzawa // *International Economic Review*. – 1965. – V. 6, January. – P. 18–31.
7. Sheshinski E. Optimal accumulation with learning by doing / E. Sheshinski // Karl Shell, ed., *Essays on the Theory of Optimal Economic Growth*. – Cambridge, MA: MIT Press, 1967.
8. Гесць В.М. Інноваційні перспективи України / В.М. Гесць, В.П. Семиноженко. – Х.: Константа, 2006. – 272 с.
9. Клебанова Т.С. Модели оценки, анализа и прогнозирования социально-экономических систем: моногр. / под ред. Т.С. Клебановой, Н.А. Кизима. – Х.: ФОРМ ЛІБуркіна Л. М., ВД «ІНЖЕК», 2010.
10. Ляшенко І.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів: навч. посіб. / І.М. Ляшенко, М.В. Коробова, А.М. Столяр. – Тернопіль: Богдан, 2006. – 304 с.
11. Голиченко О.Г. Экономическое развитие в условиях несовершенной конкуренции: подходы к многоуровневому моделированию / О.Г. Голиченко. – М.: Наука, 1999.
12. Айвазян С.А. Некоторые вопросы спецификации трехфакторных моделей производственного потенциала компании, учитывающих интеллектуальный капитал / С.А. Айвазян, М.Ю. Афанасьев, В.А. Руденко // *Прикладная эконометрика*. – 2012. – № 3(27).
13. Клейнер Г.Б. Системная экономика и системно-ориентированное моделирование / Г.Б. Клейнер // *Экономика и математические методы*. – 2013. – № 3. – С. 71–93.
14. Bucci A. On scale effects, market power and growth when human and technological capital are complements / A. Bucci // *International Review of Economics and Business*. – 2001. – V. 48. – № 1.
15. Леонтьев В. Межотраслевой анализ воздействия структуры экономики на окружающую среду / В. Леонтьев, Д. Форд // *Экономика и математические методы*. – 1972. – Т. 8, вып. 3. – С. 370–400.
16. Tsukui J. Turnpike optimality in input-output system-theory and application for planning / J. Tsukui, Y. Murakami. – Amsterdam: North-Holland, 1979.
17. Brock W.A. *Nonlinear Dynamics, Chaos and Instability* / W.A. Brock, D. Hsieh. – MIT Press, 1991.
18. Tahvonen O. Economic growth, pollution, and renewable resources / O. Tahvonen, J. Kuuluvainen // *Journal of Environmental Economics and Management*. – 1993. – V. 24.
19. Махлуп Ф. Производство и распространение знаний в США / Ф. Махлуп. – М.: Прогресс, 1966.
20. Heckman J.J. A life-cycle model of earnings, learning, and consumption / J.J. Heckman // *Journal of Political Economy*. – 1976. – V. 84. – № 4.
21. Galor O. Existence, uniqueness, and stability of equilibrium in an overlapping generations model with productive capital / O. Galor, H.E. Ryder // *Journal of Economic Theory*. – 1989. – V. 49, № 2, December.

22. Benhabib J. The role of human capital and political instability in economic development / J. Benhabib, M. Spiegel. – N.Y.: New York University, 1993.
23. Колемаев В.А. Математическая экономика: учеб. для студ. вузов, обуч. по экон. спец. – 3-е изд., стереотип. / В.А. Колемаев. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 400 с.
24. Форрестер Дж. Мировая динамика: пер. с англ. / Дж. Форрестер. – М.: ООО «Изд-во АСТ»; СПб.: Terra Fantastika, 2003. – 384 с. – (Philosophy).
25. Meadows D.H. Limits to Growth: The 30-Year Update / Donella H. Meadows, Jorgen Randers, Dennis L. Meadows. – N.Y., 2004.
26. Keeler E., M. Spence, R. Zeckhauser. The optimal control of pollution // Journal of Economic Theory. – Vol. 5. – Issue 3. – 1972. – P. 537–539.
27. Farmer M.C. Environmental consequences of social security reform: a second best threat to public conservation / M.C. Farmer // Ecological Economics. – 2005. – V. 53.
28. O’Ryan R. Computable general equilibrium model analysis of economy wide cross effects of social and environmental policies in Chile / R. O’Ryan, C.J. de Miguel, S. Miller, M. Munasinghe // Ecological Economics. – 2005. – V. 54.
29. Scheffer M. Slow response of societies to new problems: causes and costs / M. Scheffer, M.F. Westley, W. Brock // Ecosystems. – 2003. – V. 6.
30. Вагапова Я.Я. Моделирование экономического роста с учетом экологического и социального факторов / Я.Я. Вагапова. – М.: МАКС Пресс, 2007. – 128 с.

УДК 330: 502.131

Антонюк Оксана Петрівна, кандидат економічних наук, доцент кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій. Національний гірничий університет. **Аналіз підходів до моделювання економічного зростання з урахуванням екологічного та соціального факторів.** Наведено огляд моделей теорії моделювання економічного зростання, що враховують процеси накопичення фізичного і людського капіталів. Обґрунтовано необхідність розроблення п’ятисекторної моделі економічного зростання, що враховує взаємозв’язок та взаємний вплив виробничого, екологічного, соціального секторів, освіти й сектора науково-технологічного прогресу.

Ключові слова: економічне зростання, фізичний капітал, людський капітал, науково-технологічний прогрес, сталий розвиток, екологія.

УДК 330: 502.131

Антонюк Оксана Петровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической кибернетики и информационных технологий. Национальный горный университет. **Анализ подходов к моделированию экономического роста с учетом экологического и социального факторов.** Приведен обзор моделей теории моделирования экономического роста, учитывающих процессы накопления физического и человеческого капиталов. Обоснована необходимость разработки пятисекторной модели экономического роста, учитывающей взаимосвязь и взаимное влияние производственного, экологического, социального секторов, образования и сектора научно-технологического прогресса.

Ключевые слова: экономический рост, физический капитал, человеческий капитал, научно-технологический прогресс, устойчивое развитие, экология.

UDC 330: 502.131

Oksana P. Antoniuk, PhD, Associate Professor, Department of Economic Cybernetics and Information Technologies, National Mining University. **Analysis of approaches to modeling the economic growth, with account of the environmental and social factors.** An outline of mathematical models for the economic growth theory, taking into account the processes of physical and human capital accumulation, is provided in the paper. The necessity of developing the 5-sector growth model, taking into account the correlation and mutual influence of the industrial, environmental, social, educational and the science technology progress sectors, is substantiated.

Key words: economic growth, physical capital, human capital, science technology progress, sustainable development, ecology.