

**ДО МОДЕЛІ ФІЗИЧНОЇ ЕКОНОМІКИ**

**Abstract:** A model that is described by a system of integro-differential equations is oriented toward the investigation of the actual "physical" state of an economy at the macrolevel. The factors of ecology, raw material exhaustion, and environment protection are considered. Important component parts of the model are blocks of currency support of the economy and protection of home producer.

**Key words:** capital, capital assets, gross domestic product, energy of progress, productive capacity, natural resources, environmental pollution, consumption, production function, money stock, demand for goods and service, price index, subsidy.

**Анотація:** Модель описується системою інтегро-диференціальних рівнянь. Вона спрямована на визначення реального "фізичного" стану економіки на макрорівні з використанням підходів українських економістів-кібернетиків. Розглянуті фактори екології, вичерпання запасів, захисту навколишнього середовища. Суттєві складові моделі – блоки грошового забезпечення економіки та захисту власного виробника.

**Ключові слова:** капітал, основні фонди, валовий продукт, енергія прогресу, виробничі потужності, капіталомісткість, природні запаси, забруднення навколишнього середовища, споживання, виробнича функція, грошова маса, попит на товари і послуги, індекс цін, дотації.

**Аннотация:** Модель, описываемая системой интегро-дифференциальных уравнений, направлена на исследование реального, физического состояния экономики на макроуровне. Рассматриваются факторы экологии, исчерпания запасов, защиты окружающей среды. Важные составляющие модели – блоки денежного обеспечения экономики и защиты отечественного производителя.

**Ключевые слова:** капитал, основные фонды, валовый продукт, энергия прогресса, производственные мощности, капиталоемкость, природные запасы, загрязнение окружающей среды, потребление, производственная функция, денежная масса, спрос на товары и услуги, индекс цен, дотации.

**1. Вступ**

Нові питання тлумачення капіталу постають з урахуванням факторів вичерпання природних запасів, екології, захисту навколишнього середовища. Роботи українських вчених: С. Подолинського, В. Вернадського, М. Туган-Барановського, М. Руденка – надають можливість визначити нові напрямки вивчення теорії капіталу. А саме: джерел створення капіталу, оцінки витрачання запасів, показників забруднення навколишнього середовища, показників зайнятості населення, його доброту та інших. В наш час, продовжуючи традиції Римського клубу (70-х років), вчені зробили висновок про необхідність переходу цивілізації від екопониціального економічного зростання до стану "глобальної" економічної рівноваги. Акцентування тільки в напрямках матеріального виробництва – одна з головних причин сьогоденного екологічно-кризового стану суспільства.

Хоча теоретично нові напрямки вивчення теорії капіталу були визначені, виникла необхідність, з одного боку, більш конструктивного представлення їх на рівні економіко-математичної моделі, а з іншого, – узгодження нових напрямків з уже існуючими теоретичними підходами. Тобто з оцінкою спадкоємності нових моделей. Стаття присвячена побудові комплексної економіко-математичної моделі у реальному (фізичному) напрямку теорії макроекономіки.

**2. Показники капіталу і валового продукту**

Визначення капіталу:

$$K = \Phi + \text{ОБ} = E - F, \quad (1)$$

де  $\Phi$  – основні фонди (устаткування, будівлі);

ОБ – оборотні засоби (сировина, грошові засоби). Розширене тлумачення грошових засобів ОБ включає не тільки заробітну плату, а також деякі нематеріальні активи, патенти, дослідження та ін., які можуть створювати дохід;

Е – енергія прогресу як творчий процес Всесвіту в теорії М. Руденка;

F – ентропія як показник дії держави, промисловості та інших органів суспільства [1].

Таке уявлення капіталу кореспондується з макроекономічною моделлю Франсуа Кене [2]. Основний капітал Франції XVIII ст. (продукти споживання, сировина) виробляли селяни, і більшу частку продукції або передавали власникам землі (які на той час уособлювали державні інституції), або обмінювали на вироби ремісників (с/г знаряддя, будівлі, меблі та ін.). Енергія, яка застосовується в обробітку землі, надходить від сонця.

Що залишається в результаті діяльності людей? Багатства, будівлі, машини і т.і., а самі люди-створювачі їх, зникають і народжуються нові. Сам капітал стає довгостроковим показником продуктивності енергії прогресу.

Оскільки час, коли працювали на волах і конях, змінюється, а використовується все більше енергія за рахунок виснаження нафтових і газових джерел, то М. Руденко називає відповідні процеси ентропійними. Вони можуть вести до стагнації, виснаження ресурсів і занепаду економіки. Постає невідкладне завдання співставлення показників сонячної, вітрової, водної та інших видів енергетики для збереження балансів природних ресурсів і забезпечення можливості подальшого існування людства.

Модель має бути узгодженою з існуючими теоретичними підходами. Це стосується рівнянь динаміки основних фондів і валового продукту:

$$\dot{\Phi}(t) = Rr\gamma(t) - A \cdot \Phi(t), \quad (2)$$

де  $\Phi = \Phi(t)$  – основні фонди;

$\dot{\Phi}(t)$  – похідна від  $\Phi(t)$ . В дискретному варіанті – це приріст фондів за одиницю часу (наприклад, рік);

$y(t)$  – кінцевий продукт;

$r$  – частка кінцевого продукту, яка спрямовується на приріст основних фондів;

$r\gamma(t)$  – капіталовкладення в основні фонди;

$R$  – економічна ефективність капіталовкладень;

$A$  – амортизація (знос) фондів;

$$x(t) = ax(t) + y(t), \quad (3)$$

де  $x(t)$  – валовий продукт;

$a$  – капіталомісткість валового продукту;

$ax(t)$  – проміжний продукт.

### 3. Показники споживання і накопичення

$$y(t) = C(t) + B(t)\dot{v}(t) + \dot{m}(t), \quad (4)$$

де  $C(t)$  – обсяг споживання;

$B(t)$  – капіталомісткість виробничих потужностей;

$v(t)$  – виробничі потужності;

$\dot{v}(t)$  – похідна від  $v(t)$ . В дискретному варіанті – приріст за одиницю часу;

$m(t)$  – обсяг запасів у результаті виробничої діяльності;

$\dot{m}(t)$  – похідна від  $m(t)$ . В дискретному варіанті – приріст за одиницю часу.

$$\dot{m}(t) + \dot{n}(t) = -w\mu x(t) - m_H \cdot H(t) + m_\Phi \cdot U_m \cdot \Phi(t) + h(t), \quad (5)$$

де

$\dot{n}(t)$  – похідна від  $n(t)$  – обсягу природних запасів;

$w\mu$  – параметр навантаження валового продукту на процес вичерпання запасів відповідно до теорії Моно-Ієрусалимського [3];

$m_H$  – параметр навантаження людини на процес вичерпання запасів;

$H(t)$  – чисельність населення;

$U_m$  – частка використання основних фондів на відновлення запасів;

$m_\Phi$  – економічна ефективність використання основних фондів на відновлення запасів відповідно до моделі Дж. Форрестера [4];

$h(t)$  – природне відновлення запасів.

$$\dot{Z}(t) = (w - 1)\mu x(t) + Z_H \cdot H(t) - \alpha_Z \cdot Z(t) - \beta_Z U_Z \Phi(t) - ux(t) - \omega(t), \quad (6)$$

де  $Z(t)$  – показник забруднень навколишнього середовища;

$\dot{Z}(t)$  – похідна від  $Z(t)$ ;

$(w - 1)\mu$  – параметр навантаження валового продукту на процес забруднення навколишнього середовища відповідно до теорії Моно-Ієрусалимського [3];

$Z_H$  – параметр навантаження людини на процес забруднення навколишнього середовища;

$\alpha_Z$  – параметр реагування суспільства на зменшення забруднень навколишнього середовища;

$U_Z$  – частка використання основних фондів на зменшення забруднень навколишнього середовища;

$\beta_Z$  – економічна ефективність використання основних фондів для зменшення забруднень;

$u$  – параметр впливу розвою економіки на зменшення забруднень [4];

$\omega(t)$  – природне зменшення (збільшення) забруднень навколишнього середовища.

#### 4. Оновлення фондів і баланс праці

Рівняння зміни фондів:

$$v_1(t) + v_2(t) = V(0) + \int_0^t v_1(\tau)\lambda(\tau, t)\alpha(\tau, t)d\tau. \quad (7)$$

Рівняння споживання:

$$C(t) = C(0) + \int_0^t v_2(\tau)\gamma(\tau, t)\beta(\tau)d\tau. \quad (8)$$

Рівняння балансу праці:

$$r(t) = \int_0^t [v_1(\tau)\lambda(\tau, t) + v_2(\tau)\gamma(\tau, t)]d\tau, \quad (9)$$

де  $v_1(t)$ ,  $v_2(t)$  – показники потужності (кількості робочих місць) за діючими технологіями в групах виробництва А і Б: виробництво засобів виробництва і виробництво засобів споживання;

$\lambda(\tau, t)$ ,  $\gamma(\tau, t)$  – коефіцієнти завантаження в момент часу  $t$  потужностей, створених у момент часу  $\tau$ ;

$\alpha(\tau, t)$  – кількість робочих місць в технології  $t$ -го моменту часу, що створюються в одиницю часу у розрахунку на одне робоче місце, яке працює в технології  $\tau$ -го моменту часу у виробництві групи А;

$\beta(\tau)$  – обсяг виробництва засобів споживання в одиницю часу в розрахунку на одне робоче місце у групі Б;

$r(t)$  – кількість працюючих.

Рівняння (7, 8) пов'язані з вивченням взаємодії підрозділів виробництва засобів виробництва і виробництва засобів споживання. Згідно з дослідженням М. Туган-Барановського (1911 р.), може скластися небажана ситуація, коли виробництво засобів виробництва стає пріоритетним порівняно з виробництвом засобів споживання. Добувається вугілля для виробництва вагонів, рельсів, комбайнів, знову ж таки, для добутку вугілля. Коло замикається, як "злаякісна пухлина" на здоровому тілі економіки.

Рівняння (9) визначає показник зайнятості – важливіший для оцінки якості економіки. Відомо, що можна так побудувати модель економіки "за ефективністю", коли населення цілих регіонів буде зайвим. Олігархам взагалі населення не потрібно. Їм потрібні прибутки понад усе.

#### 5. Співвідношення віддачі від праці і капіталу

Достатньо усталену залежність формує співвідношення віддачі від приростів праці і капіталу. Так, згідно з моделлю Кобба-Дугласа [2], обсяг продукції визначається виробничою функцією

$$Q = dL^\alpha K^{1-\alpha}, \quad (10)$$

де  $L$  – кількість працюючих;

$\alpha$ ,  $d$  – коефіцієнти, які залежать від технології виробництва.

Тоді

$$\frac{\dot{Q}_L}{\dot{Q}_K} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{K}{L},$$

тобто відношення похідної від обсягу виробництва по обсягу праці до похідної по обсягу капіталу залежить тільки від капіталоозброєності праці  $\frac{K}{L}$ , яка змінюється відносно повільно.

Так, за 80 років (1889–1969) в економіці США капіталоозброєність змінювалася у середньому на 1,4% за рік [5], а усталеність залежності підтверджена спостереженнями за 40 років. Обсяг капіталу (обладнання і будови) на 1 робітника оцінювався в 1987 р. в 30 тис. дол.

Деякі числові оцінки параметрів моделей (1) – (9) [6]:

$$\Phi(2001)=400 \text{ млрд. дол.}; \quad m_H = 2,78 \frac{\text{тис.грн.}}{\text{людина}}; \quad Z_H = 780 \frac{\text{грн.}}{\text{рік}};$$

$$m_\Phi = 4,96; \quad \frac{\Delta Z}{\Delta x} = 2,06.$$

Тобто кожний млрд. грн. приросту валового продукту збільшує забруднення навколишнього середовища в грошовій оцінці на 2,06 млрд. грн.

Модель (1) – (11) визначає предметний, “фізичний” стан економіки, не зачіпаючи фінансові інструменти. Зупинимся на відношенні моделі фізичної економіки до її грошового забезпечення. Відомо, як негативно відзначилася політика стримуючого попиту на гроші уряду В. Юценка (поперед за все, стабільність гривні!) в період економічного занепаду: не виплачувалася зарплата, не вистачало самих необхідних оборотних коштів, не проводилося відновлення виробничих фондів.

## 6. Попит на товари і грошова маса

Рівняння динаміки попиту на товари і послуги визначає цей попит як функцію величини грошової маси в державі:

$$\dot{S}(t) = \left( v(t) \frac{M(t)}{P(t)} \right)', \quad (11)$$

де  $\dot{S}(t)$  – похідна від  $S(t)$ ;

$S(t)$  – величина платоспроможного попиту на товари і послуги;

$\left( v(t) \frac{M(t)}{P(t)} \right)'$  – похідна від  $v(t) \frac{M(t)}{P(t)}$  – величини реального обороту грошової маси за рік;

$M(t)$  – величина грошової маси, яка забезпечує платоспроможний попит на товари і послуги;

$P(t)$  – індекс цін на товари і послуги;

$v(t)$  – оборотність грошової маси.

Динаміка індекса цін (рівняння Самуельсона) [2]:

$$\dot{P}(t) = \gamma \cdot (S(t) - R(t)), \quad (12)$$

де  $\dot{P}(t)$  – похідна від  $P(t)$ ;

$R(t)$  – пропозиція товарів і послуг.

$$R(t) = cy(t), \quad (13)$$

де  $c$  – частка кінцевого продукту – запропоновані товари і послуги;

$\gamma$  – коефіцієнт пропорційності.

Функцію  $R(t)$  будемо далі використовувати як функцію пропозиції товарів і послуг.

Динаміка валового продукту:

$$\dot{x}(t) = e_{\phi} \cdot ry(t), \quad (14)$$

де  $\dot{x}(t)$  – похідна від валового продукту  $x(t)$ ;

$e_{\phi}$  – коефіцієнт ефективності інвестицій відносно зростання валового продукту;

$r$  – норма накопичення – частка кінцевого продукту економіки.

Інтегрування (11) визначає формулу грошового забезпечення попиту:

$$v(t) \cdot \frac{M(t)}{P(t)} = v(0) \cdot \frac{M(0)}{P(0)} + S(t) - S(0). \quad (15)$$

Розв'язок системи рівнянь (3), (13), (14) визначає

$$x(t) = \frac{R(0)}{(1-a)c} e^{\lambda t}; \quad (16)$$

$$y(t) = \frac{R(0)}{c} e^{\lambda t}; \quad (17)$$

$$R(t) = R(0)e^{\lambda t}; \quad (18)$$

$$\lambda = (1-a)e_{\phi} \cdot r. \quad (19)$$

В умовах кризи, втрат, неплатежів цей коефіцієнт може ставати навіть від'ємним – ефективність “навпаки”.

$$\text{Нехай } S(t) = \alpha R(t), \quad (20)$$

де  $\alpha$  – параметр диспропорції попиту та пропозиції товарів і послуг.

Випадак  $\alpha = 1$  відповідає ідеальному регулюванню: попит на товари і послуги дорівнює їх пропозиції.

З (15) – (20) впливає формула грошової маси

$$v(t) \cdot M(t) = P(t) \left[ v(0) \cdot \frac{M(0)}{P(0)} + \alpha c(1-a) \cdot (x(t) - x(0)) \right], \quad (21)$$

яка при  $\alpha = 1$  визначає теоретично необхідну грошову масу для забезпечення розвитку економіки.

При насиченні ринка іноземними товарами права частина (21) має бути доповнена грошовою масою  $M_{in}(t)$ , призначення якої – закупівля іноземних товарів. Фактично,  $M_{in}(t)$  – показник дотування іноземних економік.

З (21), (16) впливає

$$v(t) \cdot \frac{M(t)}{M(0)} : \frac{P(t)}{P(0)} = v(0) + \alpha \frac{P(0)R(0)}{M(0)} \left( e^{\lambda t} - 1 \right). \quad (21')$$

За статистичними даними 2000–2001 рр., були отримані оцінки параметрів  $\alpha$ ,  $\gamma$  [2]:

Роки $t$	Валовий внутрішній продукт (ВВП), млрд. грн. $x(t)$	Рівень інфляції за рік, $P(t)/P(t-1)$	Грошова маса ( $M_2$ ) в обігу на кінець року, млрд. грн $M(t)$	Співвідношення зростання грошової маси та інфляції $\frac{M(t)}{M(0)} : \frac{P(t)}{P(0)}$ ( $t = 0$ відповідає 1992 р.)	Оцінки параметрів	
					$\alpha$	$\gamma$
2000	170,07	1,258	32,084	0,317	1,21	3,65
2001	210,41	1,061	42,370	0,395	1,25	4,46

Величина параметра  $\alpha > 1,2$  є ознакою недостатності грошової маси для обслуговування економіки. Величина  $\gamma \approx 4$  визначає значну чутливість індекса цін від диспропорції попиту та пропозиції: на 1% відхилення пропозиції від попиту ціни зростають приблизно на 4%.

Слід відмітити, що грошова маса в широкому тлумаченні включає деривативи – боргові зобов'язання, позики, векселі, цінні папери. За оцінками Л. Ларуша, згідно з науковою доповіддю Шиллерівського інституту (м. Київ) наприкінці 90-х років, на долари відносяться  $\frac{2}{3}$  міжнародних валютних резервів. 100 трил. доларових деривативів у 3 рази перевищують сукупний валовий продукт світу. Тому американські банки можуть здійснювати (і вже здійснювали) спекулятивні диверсії, спрямовані проти економік цілих країн (для знищення конкурентів). Тому модель фізичної економіки має передбачати оцінки небезпек, які пов'язані з грошовими операціями і системами.

## 7. Питання диспаратетів у виробництві

Важливим аспектом моделі фізичної економіки, згідно з думкою М. Руденка, є необхідність дотування сільського господарства (с/г). Дотації потрібні тому, що енергія, яка застосовується в обробітку землі, надходить не від сонця, як раніше, коли працювали на волах і конях, а за рахунок виснаження нафтових і газових джерел. Отож, коли держава не дотує с/г, вона стає “фактором ентропії” (“позбавляє суспільство енергії прогресу”, за висловленням М. Руденка).

Нехай  $x_B = x(1 + d)$  – ціна виробника продукції на сировину, яка виробляється у с/г;

$x$  – первісна ціна виробника продукції на сировину, яка може бути недостатньою для виробника сировини і не покривати його витрати;

$d$  – дотація до ціни на продукцію с/г, з урахуванням якої виробник сировини згоден продати свій товар на подальшу переробку. Тоді баланс інтересів буде забезпечувати рівняння

$$D\left(\frac{x_B}{1+r}\right) = C, \quad (22)$$

де  $D(y)$  – обсяг продажу сировини с/г виробниками у залежності від її ціни;

$y = \frac{x_B}{1+r}$  – ціна за сировину, яку отримує виробник с/г,

$r$  – посередницька надбавка (трейдерів);

$C$  – обсяг виробленої сировини.

Нехай модель реагування продажів на ціну має вид

$$D(y) = d \cdot (y - y_0), \quad (23)$$

тобто виробник с/г реагує на збільшення ціни збільшенням продаж;

$d$  – приріст продажу сировини на одиницю приросту її ціни;

$y_0$  – мінімальна ціна сировини.

Тоді можливо визначити необхідну дотацію для забезпечення продажу всієї сировини.

При  $y \geq y_0$  з рівнянь (22), (23) випливає рівняння

$$1 + d = \frac{1+r}{x} \left( y_0 + \frac{C}{d} \right), \quad (24)$$

яке і дає можливість визначити необхідні рівні дотації і цін.

Приклад. Нехай  $C=1$  млн.т,  $x = 1 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}$ ,  $y_0 = 1 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}$ ,  $r = 0,5$ ,  $d = 50 \frac{\text{тис.т}}{\text{коп / кг}}$  – на кожную копію

збільшення ціни 1 кг сировини її продаж збільшується на 50 тис. т.

Тоді, згідно з (24),



$$1 + d = 1,5 \frac{\text{кг}}{\text{грн}} \left( 1 \frac{\text{грн}}{\text{кг}} + \frac{1 \text{млн.т}}{50 \frac{\text{тис.т}}{\text{коп/кг}}} \right) = 1,8,$$

тобто дотація до ціни складає 80%:

$$d=0,8, \quad x_b = 1,8 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}, \quad y=1,2 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}.$$

## 8. Висновки

Запровадження моделі (точніше системи моделей) фізичної економіки – необхідний елемент більш якісного використання і комбінування ресурсів економіки. Воно сприятиме обґрунтуванню нових підходів до джерел створення капіталу, витрачання запасів і збереження навколишнього середовища. Це стосується також питань оптимізації співвідношення між основними фондами I і II підрозділів, визначення необхідної величини грошової маси для обслуговування економіки, визначення величини необхідних дотацій виробникам сільськогосподарської продукції.

Основний результат статті стосується комплексного підходу до вивчення економіки, коли поряд з традиційними факторами зростання валового продукту розглядаються фактори захисту власного виробника, відновлення фондів, а також аспекти екологічного захисту.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шевчук В. Фізична економія Миколи Руденка // Урядовий кур'єр. – 1999. – № 23.
2. Костіна Н., Алексєєв А., Мельник П. Моделювання фінансів. – Ірпінь: ДПА України, 2002. – 224 с.
3. Ляшенко І.М. Економіко-математичні методи та моделі сталого розвитку. – К.: Вища школа, 1999. – 236 с.
4. Сергиенко І.В., Яненко В.М., Атоєв К.Л. Общая концепция управления риском экологических, техногенных и социогенных катастроф // Кибернетика и системный анализ. – 1997. – № 2. – С. 65 – 86.
5. Макконнелл К., Брю С. Экономикс. – Баку: Азербайджан, 1992. – Т.1. – С. 385.
6. Алексєєв А.А., Алексєєв Д.А. Макроекономічна модель трансформаційного напрямку школи В.М. Глушкова // Математичні машини і системи. – 2003. – № 2. – С. 12 – 18.