

## ПРО МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСУВАННЯ ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я: ОГЛЯД ЗАГАЛЬНИХ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ

**Н.М. Басовська**

*Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського  
basovska\_nm@mail.ru*

В статті здійснені аналіз та класифікація типових макроекономічних моделей, які можуть бути використані при моделюванні фінансування галузі охорони здоров'я.

**Ключові слова:** макроекономічне моделювання, фінансування охорони здоров'я.

## О МОДЕЛИРОВАНИИ ФИНАНСИРОВАНИЯ ОБЛАСТИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ: ОБЗОР ОБЩИХ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

**Н.М. БАСОВСКАЯ**

*Тернопольский государственный медицинский университет имени И.Я.Горбачевского  
basovska\_nm@mail.ru*

В статье осуществлены анализ и классификация типичных макроекономических моделей, которые могут быть использованы при моделировании финансирования области здравоохранения.

**Ключевые слова:** макроекономическое моделирование, финансирование здравоохранения.

## ON MODELLING OF FINANCING PUBLIC HEALTH CARE: THE REVIEW OF THE GENERAL MACROECONOMIC MODELS

**N.M. Basovska**

*Ternopil State Medical University by I.Ya. Horbachevsky  
basovska\_nm@mail.ru*

The analysis and classification of typical macroeconomic models which can be used at modelling of financing of public health care is carried out in the article.

**Key words:** macroeconomic modelling, public health services financing.

**Вступ.** Прийняття рішень проводиться на основі прогнозування розвитку ситуації з урахуванням динамічних зв'язків між змінними. При дослідженні проблеми фінансування галузі охорони здоров'я ці зв'язки описуються економіко-математичними моделями, аналіз яких необхідний для розгляду задач прийняття рішень [7].

Система охорони здоров'я в Україні на сьогодні є однією з найконсервативніших. Існуюча модель системи охорони здоров'я України продовжує демонструвати свою неефективність, про що свідчать показники її діяльності, насамперед низькі доступність, якість медичної допомоги, незадовільний стан здоров'я населення, низька тривалість життя, висока смертність осіб найактивнішого працездатного віку,

дитяча смертність. Відзначається постійне зростання незадоволеності населення існуючою системою надання медичної допомоги. Водночас медики є чи не найменш захищені соціально.

Причини недостатньо ефективної роботи існуючої системи охорони здоров'я - відсутність єдності системи (при законодавчому регулюванні), що не дозволяє забезпечити ефективне використання її ресурсів і не створює умов для законного і раціонального залучення засобів населення; неврегульованість багатоканальної системи державного фінансування; відсутність координації дій суб'єктів управління; ослаблення функцій стратегічного і поточного планування; збереження залиткового принципу бюджетного фінансування медичних установ за ресурсними показниками без урахуван-

ня конкретної їх роботи; відсутність стимулів у медичних організацій для проведення реструктуризації і більш раціонального використання ресурсів. Тому існує необхідність розробки оптимальної моделі фінансування галузі охорони здоров'я.

Макроекономічні моделі є формалізованими (логічно, графічно й алгебраїчно) описами різноманітних економічних явищ і процесів із метою виявлення функціональних взаємозв'язків між ними. Будь-яка модель (теорія, рівняння, графік і т.д.) є спрощеним, абстрактним відображенням реальності, тому що вся різноманітність конкретних деталей не може бути одночасно прийнята до уваги при проведенні дослідження. Тому жодна макроекономічна модель не абсолютна, не вичерпна, не всеосяжна. Вона не дає єдино правильних відповідей, адресованих конкретним країнам у конкретний період часу. Проте за допомогою таких узагальнених моделей визначається комплекс альтернативних засобів управління динамікою рівнів зайнятості, випуску, інфляції, інвестицій, споживання, процентних ставок, валютного курсу й інших внутрішніх (ендогенних) економічних змінних, ймовірнісні значення яких встановлюються в результаті рішення моделі. Як зовнішні (екзогенні) змінні, величина яких визначається поза моделлю, нерідко виступають основні інструменти фіскальної політики уряду і монетарної політики Національного банку - зміни в розмірах державних витрат, податків і грошової маси.

Забезпечувана за допомогою моделей багатоваріантність засобів аналізу економічних проблем дозволяє домагатися необхідної альтернативності і гнучкості макроекономічної політики. Використання макроекономічних моделей дає можливість оптимізувати поєднання інструментів бюджетно-податкової, кредитно-грошової, валютної і зовнішньоторговельної політики, успішно координувати заходи уряду і Національного банку з управління циклічними коливаннями економіки. Найбільш перспективними з цього погляду є моделі, що враховують динаміку інфляційних очікувань економічних агентів. Їхнє використання в макроекономічному прогнозуванні дозволяє знизити ризик виникнення феномена несподіваної інфляції, що чинить найбільш руйнівний вплив на економіку, а також пом'якшити одну із найскладніших проблем макроекономіки - проблему недовіри до політики уряду і Національного банку.

Мета даної роботи - здійснити аналіз типових макроекономічних моделей, які в подальших дослідженнях будуть послідовно використані при моделюванні фінансування галузі охорони здоров'я.

**Основна частина.** Будь-яка макроекономічна модель тією чи іншою мірою абстрактна, має ряд припущень і спрощень, що обмежують сферу її застосування. У той же час саме на основі макроекономічного моделювання можна одержати достатньо повне уявлення про характер подій, які відбуваються в економіці, зробити прогноз розвитку економіки, обґрунтувати рекомендації з економічної політики.

Макроекономічні моделі містять у собі ендогенні (внутрішні) змінні, розмір яких встановлюється в результаті рішення моделі, і екзогенні (зовнішні) змінні, розмір яких визначається поза даною моделлю.

У макроекономічних моделях дія екзогенних параметрів формалізується або у вигляді деякої сталої (константи), або у вигляді випадкової (ймовірної) величини, залежно від характеру їхньої дії і прояву. Зазвичай як екзогенні параметри у макроекономічних моделях виступають державні витрати  $O$ , ставка оподаткування  $T$  і величина пропозиції грошей  $M$ , розміри яких регулюються державою [13].

До числа ендогенно обумовлених параметрів належать обсяги зайнятості і випуску, рівні інфляції і безробіття, рівень планових витрат тощо.

Залежно від конкретних задач дослідження застосовуються різні типи моделей. Типологія макроекономічного моделювання може бути проведена на основі різноманітних критеріїв:

- за засобом уявлення досліджуваного процесу або явища моделі поділяються на логічні, графічні й економіко-математичні;
- за тривалістю аналізованих процесів - на короткострокові і довгострокові;
- за кількістю економічних суб'єктів, що аналізуються, - на прості моделі (у яких подані тільки домашні господарства і фірми) і повні моделі (за участю держави);
- за ступенем охоплення іноземного сектора - на закриті (подана тільки національна економіка) і відкриті (ті, що враховують впливи іноземного сектора на національну економіку);
- за характером впливу чинника часу - на статичні, порівняльної статистики (дихотомічні) і динамічні.

Вся система ринків, що виділяються в макроекономіці, одержує своє відображення тільки у відкритих довгострокових моделях. У закритих короткострокових моделях враховуються лише перші чотири із зазначених вище ринків. Зв'язки, установлені на міжнародному валютному ринку, розглядаються тільки у відкритих моделях економіки. Ринок реального капіталу як складова частина ринку чинників виробництва тією чи іншою мірою враховується лише

в довгострокових моделях (економічного росту або економічного циклу). Такого роду абстрагування пояснюється специфічною спрямованістю кожного типу моделей на дослідження певного кола економічних проблем.

Будь-яка модель може бути подана чотирма засобами: алгебраїчно, графічно, у вигляді бухгалтерських записів і в таблично-матричній формі. Найбільш часто використовуються алгебраїчна і графічна форми подання.

Побудова макроекономічних моделей припускає врахування чотирьох основних типів функціональних взаємозв'язків:

- поведінкових, що відображають типові переваги економічних суб'єктів. Прикладом такого роду залежностей можуть служити функції споживання або інвестиційного попиту;
- технологічних, що відображають технологічні й організаційно-технічні залежності. Прикладом може служити виробнича функція, що відображає зв'язок реального випуску і чинників виробництва;
- дефініційних, що виражають поняття, сутність яких дається у визначенні. Сюди можна віднести визначення сукупного попиту, безробіття, кон'юнктурного розриву;
- інституціональних, які виражають залежності, що впливають із інституціонально встановлених в економіці норм і правил. До їхнього числа можна віднести функцію податкових надходжень як залежність від розміру встановленої податкової ставки.

І в мікро-, і в макроекономіці активно використовується логічне і формально-математичне моделювання.

Такі узагальнені макроекономічні моделі як модель кругових потоків, AD-AS, хрест Кейнса, криві Філіппса, Лоренца, Лаффера, модель Солоу тощо являють собою загальний інструментарій макроекономічного аналізу і не мають якоїсь національної специфіки. Специфічними можуть бути значення емпіричних коефіцієнтів і конкретні форми функціональних залежностей між економічними змінними в різних країнах. Оцінка будь-якої макроекономічної моделі повинна даватися не за критерієм її негайної "придатності" або "непридатності" для економіки конкретної країни, у тому числі й України, а за критерієм її корисності в процесі пізнання економічної динаміки і управління її показниками.

Об'єктивна складність полягає в тому, щоб забезпечити достатність передумов побудови моделі з погляду поставленої цілі й уникнути помилкових висновків для макроекономічної політики. У той же час модель може бути достатньо реалістичною, але за-

надто складною, тоді як простота моделі - одна з найважливіших вимог до неї з погляду можливостей її використання в процесі дослідження. Проте і надмірна спрощеність моделі може призвести до нехтування в аналізі істотних чинників, внаслідок чого висновки виявляться недостовірними. Тому найбільш складним моментом побудови будь-якої моделі є визначення кола чинників, істотних для макроекономічного аналізу конкретної проблеми.

**Приклади типових макроекономічних моделей.**

**Модель міжгалузевого балансу (модель В. Леонтєва).** Кожна з  $n$  галузей робить свій (узагальнений) продукт. Випуск розподіляється в заданій пропорції між кінцевим споживанням, іншими галузями і внутрішніми потребами галузі. Крім того, описується приріст виробничих потужностей. Модель описується рівняннями:

$$v_i(t) = \sum_{j=1}^n \left[ a_{ij} v_j(t) + b_{ij} \frac{dV_j(t + \tau_j)}{dt} \right] + P_i(t), \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

де  $v_i(t)$  - потік випуску продукту  $i$  у момент часу  $t$  (одиниця виміру = одиниця продукту / одиниця часу);

$$v_i(t) = \sum_{j=1}^n \left[ a_{ij} v_j(t) + b_{ij} \frac{dV_j(t + \tau_j)}{dt} \right] + P_i(t), \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

$V_j(t)$  - потужність  $i$ -го виробництва або максимальний випуск;

$P_i(t)$  - потік кінцевого (невиробничого) споживання;

$a_{ij}$  - коефіцієнти прямих сировинних витрат (кількість продукту  $i$ , необхідна для виробництва продукту  $j$ );

$b_{ij}$  - кількість фондоутворюючого продукту  $i$ , що йде на одиничний приріст потужності в галузі  $j$ ;

$\tau_j$  - тривалість будівництва потужності в галузі  $j$ .

Таким чином, випуск  $v_i(t)$  витрачається на покриття сировинних і фондоутворюючих витрат та кінцеве споживання.

**Економетричні моделі народного господарства** (типу Брукінгської і Уартонівської). В основі цих моделей лежать: 1) балансові співвідношення; 2) функціональні залежності - виробнича функція і функція споживчого попиту.

Виробнича функція  $F$  задає залежність національного доходу  $Y$  від вартості основних фондів (капіталу)  $K$  і від використовуваних трудових ресурсів  $L$ :

$$Y(t) = F[K(t), L(t)]$$

Функція попиту  $P = S(c, q)$  задає залежність вектора  $P$  кінцевого споживання, тобто набору спо-

живаних товарів, від вектора  $c$  цін на ці товари і доходу  $q$ .

**Павутиноподібні моделі** мають справу з динамікою попиту та пропозиції. Нехай  $D$  - попит,  $S$  - пропозиція,  $P$  - ціна,  $P^*$  - рівноважна ціна,  $X$  - обсяг виробництва,  $X^*$  - рівноважний обсяг виробництва. Рівноважні  $P^*$  і  $X^*$  знаходять з умови збігу попиту та пропозиції  $D(P) = S(P)$

Однак реалістичнішою є гіпотеза запізнення пропозиції. Наприклад, нехай при ціні в минулий період  $P_{t-1}$  обсяг пропозиції в даний період є  $S_t = S(P_{t-1})$ . Вважаємо, що ціна  $P_t$  встановлюється на ринку так, щоб був куплений весь обсяг випущеної продукції  $X_t$ . Отже,

$$X_t = D(P_t) = S(P_{t-1})$$

Нехай попит та пропозиція достатньо точно описуються лінійними функціями від ціни

$$D = \alpha + aP;$$

$$S = \beta + bP.$$

Таке припущення цілком природне, якщо в моделі розглядається кінець точки рівноваги, а функції попиту та пропозиції гладкі. Тоді

$$X_t = \alpha + aP_t = \beta + bP_{t-1}. \quad (1)$$

Рівновага настає, коли

$$X^* = \alpha + aP^* = \beta + bP^*. \quad (2)$$

Віднімаючи (1) від (2), одержуємо, що

$$X^* - X_t = a(P^* - P_t) = b(P^* - P_{t-1}). \quad (3)$$

Позначимо  $x_t = X^* - X_t$ ;  $p_t = P^* - P_t$  - відхилення від рівноваги. З (3) одержимо  $x_t = ap_t = bp_{t-1}$ , звідки  $p_t = \frac{b}{a} p_{t-1}$ . Розв'язок цього рівняння має вигляд  $p_t = p_0 \left(\frac{b}{a}\right)^t$

Залежно від того, чому дорівнює  $\frac{b}{a}$ , одержимо або загасаючі коливання ( $\left|\frac{b}{a}\right| < 1$ ), що сходяться до  $P = P^*$  і  $X = X^*$ , або коливання із зростаючою амплітудою ( $\left|\frac{b}{a}\right| > 1$ ). У проміжному випадку  $a = b$  амплітуда коливань постійна.

Той же результат справедливий і в моделі з безперервним часом. Будемо вважати, що попит змінюється не тільки залежно від ціни, але й залежно від її динаміки, тобто

$$D = D\left(P, \frac{dP}{dt}\right); S = S(P)$$

Тоді аналогом (1) є рівняння  $X = \alpha + aP + a_1 \frac{dP}{dt} = \beta + bP$ , розв'язком якого є  $P = P_0 e^{ct}$ .

У розглянутих моделях вважалося, що виробники очікують, що ціна залишиться, як у попередній період (і встановлюють обсяг товару, що виготовляється, виходячи з цих очікувань). Модель може бути удосконалена. Для встановлення обсягу товару, що виготовляється, виробникам більш реалістично вважати, що в момент **часу**  $t$  ціна на товар буде  $P_{t-1}$ ;  $\rho(P_{t-1} - P_{t-2})$  дорівнює  $\rho < \rho < 1$ , тобто ціна зміниться в напрямку, зворотньому тому, у якому вона змінювалася в минулий період.

Тоді  $X_t = \alpha + aP_t = \beta + b(1-\rho)P_{t-1} + b\rho P_{t-2}$ , отже,  $x_t = ap_t = b(1-\rho)p_{t-1} + b\rho p_{t-2}$ .

Подальший розвиток моделі складається у введенні в неї запасів. Очікуючи підвищення цін, продавці створюють запаси товару.

Запаси в момент часу  $t$  позначимо  $Q_t$ . Тоді зміна запасів за період часу від  $t-1$  до  $t$  є  $Q_t - Q_{t-1} = S_t - D_t$ . У моделі ціну можна встановлювати різними способами, наприклад,  $P_t = P_{t-1} - \lambda(Q_{t-1} - Q_{t-2})$  або  $P_t = P_{t-1} - \lambda(Q_{t-1} - Q^*)$ , де  $Q^*$  - запаси в точці рівноваги. У першому випадку одержимо  $P_t = P^* + (P_0 - P^*)c^t$ , де  $c = 1 - \lambda(b-a)$ , а в другому -  $P_t = (2 - \lambda(b-a))P_{t-1} - P_{t-2}$ .

**Модель економічного циклу.** Спочатку розглянемо просту модель без врахування запізнення, а також без врахування експорту-імпорту, податків і державних витрат.

$$C = (I-s)Y + A \quad (4)$$

$$DK = \gamma(vY - K), \quad (5)$$

$$DY = \lambda(C + DK - Y), \quad (6)$$

де  $D = \frac{d}{dt}$  символ операції диференціювання;  $Y$  - реальний чистий прибуток,  $C$  - реальне споживання,  $K$  - обсяг основного капіталу,  $A, s < 1, v, \gamma, \lambda$  - позитивні константи. Більш точно,  $Y$  - сума усіх видів доходів, отриманих у народному господарстві, поділена на індекс інфляції (тобто реальний валовий національний продукт за винятком витрат на відшкодування основного капіталу);  $C$  - загальні витрати на споживчі товари кінцевих покупців у народному господарстві, поділені на індекс інфляції;  $K$  - обсяг основного капіталу всього народного господарства (у порівнянних цінах).

Рівняння (4) впливає з теорії Кейнса, а саме, зі співвідношення: споживання = національний доход - заощадження + автономне споживання. Виходить,  $I$  - частина доходу, що йде на заощадження,  $s$  - гранична схильність до заощаджень,  $A$  - автономне споживання (та частка споживання, що не залежить від доходу, своєрідний прожитковий мінімум).

Рівняння (5) допускає кілька інтерпретацій. Розглянемо дві з них.

1. У першій інтерпретації  $DK$  - це норма капітальних вкладень в основний капітал. Допустимо, існує оптимальний обсяг основного капіталу і він дорівнює деякій частці від національного доходу -  $vY$ , де  $v$  - оптимальне співвідношення «капітал-випуск». Тоді рівняння (5) означає, що норма капітальних вкладень в основний капітал пропорційна перевищенню оптимального обсягу основного капіталу над дійсним.

2. Основне співвідношення, що описує капітальні вкладення, має вигляд:

$$\frac{DK}{K} = \gamma \left( \frac{P}{(1+c)rK} - 1 \right), \quad (7)$$

де  $P$  - реальний прибуток,  $r$  - норма відсотка,  $c$  - премія за ризик. Зі співвідношення (7) легко одержати (5).

У рівнянні (6)  $DY = \frac{dY}{dt}$  - зростання виробництва (оскільки усе виробництво = усьому доходу =  $Y$ ). Зростання виробництва залежить від надлишку попиту. Споживання (3) + нагромадження (воно перетворюється в капітальні вкладення  $DK$ ) - чистий національний дохід ( $Y$ ) - це і є надлишок попиту (те, що споживається і нагромаджується, може не дорівнювати чистому доходу).

Для рівноважної системи всі похідні за часом рівні 0. Рівноважні значення  $Y$ ,  $C$  і  $K$  такі:

$$Y^+ = C^+ = \frac{A}{s} \quad (8)$$

$$K^+ = \frac{vA}{s} \quad (9)$$

Цей результат не призначений для безпосереднього практичного використання, тому що в моделі не враховуються обмеження на випуск, що накладаються робочою силою й обсягом основного капіталу. Однак він потрібний, щоб знайти відхилення від рівноваги  $Y = Y^+ + B_1 e^{\lambda_1 t} - B_2 e^{\lambda_2 t}$  - рішення системи (4)-(5)-(6)-(8)-(9), де  $B_1, B_2$  залежать від  $\lambda, \gamma, v, s$ . Залежно від  $B_1$  і  $B_2$  одержимо, відповідно до теорії лінійних диференціальних рівнянь, наступні чотири варіанти траєкторій  $Y$ : 1) незатухаючі коливання (економічні цикли); 2) загасаючі коливання; 3) вибухоподібні коливання; 4) вибухоподібна, але не коливальна траєкторія.

Звичайно в економіці реально здійснюється наближення до першого варіанта - економічні цикли.

Ускладнимо модель, увівши запізнювання. У моделі (4)-(6) передбачається миттєва реакція споживання на зміну доходу. Насправді це невірно. Замість рівняння (4) напишемо

$$DC = \alpha ((I-s)Y + A - C), \quad (10)$$

де  $\alpha$  - параметр, що визначає швидкодню системи.

Тепер додамо запаси. Замість рівняння (6) одержимо

$$DY = \lambda(C + DK - Y) + \mu(S^0 - S), \quad (11)$$

$$S^0 = b(C + DK) + c, \quad (12)$$

$$DS = Y - C - DK \quad (13)$$

де  $8^\circ$  - оптимальний рівень запасів, дорівнює деякій сталій величині + частина споживання і капітальних вкладень,  $8$  - фактичний рівень запасів. Рівняння (11) відображає той факт, що зростання виробництва залежить від надлишку попиту і від перевищення оптимальних запасів над фактичними (рівняння (10) і (11) аналогічні відповідним співвідношенням для павутиноподібних моделей).

Додамо в систему експорт-імпорт, податки і державні витрати. Тепер, з врахуванням (11)-(13), одержимо модель у вигляді системи рівнянь:

$$DC = \alpha((I-s)(Y-T) + A - C) \quad (14)$$

$$DK = \gamma(vY - k) \quad (15)$$

$$DY = \lambda(C + DK + G + E - I - Y) + \mu(S^0 - S) \quad (16)$$

$$S^0 = b(C + DK + G + E) + c \quad (17)$$

$$DS = Y + I - E - G - C - DK \quad (18)$$

$$I = m(C + DK + G + E) \quad (19)$$

$$T = \tau Y - B, \quad (20)$$

де  $I$  - реальний імпорт,  $T$  - реальний обсяг податків за винятком державних трансферних платежів,  $E$  - реальний експорт,  $G$  - реальні державні витрати на товари і послуги.

У рівнянні (14) національний дохід, що йде на споживання і нагромадження, зменшився на суму податків, тобто в порівнянні з (10) відбулася заміна  $Y \rightarrow Y - T$ .

Далі помітимо, що тепер  $C$  - загальне споживання товарів як вітчизняного, так і імпортного виробництва, а  $DK$  - зростання основного капіталу приватного сектора. Нагромадження основного капіталу приватного сектора входить у  $G$

Рівняння (16) відрізняється від (11) на величину  $O + E - I$ , тому що  $DY$  - зростання виробництва залежить від надлишку попиту, що тепер дорівнює тому, що суспільство витрачає (тобто споживає ( $C$ ) + вкладає ( $DK$ ) + експорт ( $E$ ) + державні витрати ( $G$ )) за винятком того, що суспільство одержує (національний дохід ( $Y$ ) + імпорт ( $I$ )).

Рівняння (17) припускає, що бажаний рівень запасів є лінійною функцією валового збуту, а валовий збут це: 1) збут споживчих товарів окремим споживачам  $C$ ; 2) збут капітальних благ фірмам (капітальні вкладення)  $DK$ ; 3) збут товарів у державному секторі  $O$ ; 4) збут іноземним виробникам  $E$ .

Рівняння (18) означає, що зміна запасів дорівнює всім товарам ( $Y + I$ ) мінус весь збут ( $C + OK + O + E$ ).

Рівняння (19) припускає, що імпорт - це частка всього збуту.

Рівняння (20) припускає, що податки - лінійна функція доходів, тоді  $\tau$  - аналог процентної ставки. Те, що в рівнянні наявна негативна константа  $B$ , говорить про те, що  $\frac{T}{Y}$  - зростаюча функція, тобто чим більший дохід, тим більший податок.

При розв'язанні системи (14)-(20) з'ясувалося, зокрема, що введення податків і імпорту чинить на економіку стабілізуючий вплив.

**Модель економічного росту.** У цій моделі, на відміну від моделі економічного циклу, вважається, що пропозиція грошей пропорційна  $\exp(mt)$ , і пропозиція праці пропорційна  $\exp(lt)$ , тобто враховуються процеси інфляції і зміна чисельності необхідної робочої сили, причому й у тому, і в іншому випадках передбачається експонентний ріст.

Без врахування бюджетної політики модель виглядає так:

$$C = (1-s)Y, \quad (21)$$

$$\frac{DK}{K} = \gamma \log\left(\frac{pY - wL}{(1+c)rKp}\right), \quad (22)$$

$$DY = \lambda(C + DK - Y), \quad (23)$$

$$L = B e^{-pt} Y^b K^{1-b}, \quad (24)$$

$$\frac{Dw}{w} = \log\left(\frac{L}{L_s}\right) \beta + a, \quad (25)$$

$$p = (1+\pi)w \frac{dL}{dY} = \frac{b(1+\pi)wL}{Y}, \quad (26)$$

$$\frac{M_d}{p} = A Y^{u_r - v}, \quad (27)$$

$$M_d = M_s, \quad (28)$$

$$L_s = L_0 e^{lt}, \quad (29)$$

$$M_s = M_0 e^{mt}, \quad (30)$$

де  $L$  - чисельність робочої сили, яка використовується;

$L_s$  - пропозиція праці;

$p$  - рівень цін;

$w$  - ставка заробітної плати;

$r$  - норма відсотка;

$M_d$  - попит на гроші;

$M_s$  - пропозиція грошей;

$m$  - темп росту пропозиції грошей;

$s$  - схильність до заощаджень.

Інші змінні визначені вище, при розгляді моделі економічного циклу.

Рівняння (21) означає, що "дохід = заощадження + споживання". Рівняння (22) - формула для норми приросту основного капіталу, аналогічна (7). Рівняння (23) означає, що зростання виробництва дорівнює надлишкові попиту. Рівняння (24) відображає той факт, що кількість робочої сили, необхідної для випуску тієї самої кількості продукції, увесь час зменшується завдяки НТР. Таким чином, рівняння враховує технічний прогрес. Рівняння (25) описує зміну цін на ринку праці. Рівняння (26) стверджує, що рівень цін дорівнює граничним витратам (витрати на робочу силу  $w$ , граничні витрати  $\frac{d(wL)}{dY}$ ) плюс деяка добавка.

У рівнянні (27)  $M_d/p$  - активи, які населення бажає тримати в грошовій формі. Реальний попит на гроші  $\frac{M_d}{p}$  тим вищий, чим вищий дохід  $Y$  і нижче норма відсотка  $r$ . Рівняння (28) означає, що попит на гроші дорівнює пропозиції грошей. Це можливо, якщо вважати, що норма відсотка увесь час підлаштовується так, щоб виконувалася ця рівність. У рівнянні (29) зафіксовано, що пропозиція праці росте згодом. У рівнянні (30) передбачається, що пропозиція грошей росте згодом.

При розв'язанні цієї системи з'ясувалося, що, як і раніше, чим більше  $s$ , тим стабільніші  $K$  і  $Y$ , але, на відміну від моделі економічного циклу, рівноважні  $K$  і  $Y$  тепер ростуть при збільшенні  $m$  - темпу росту і пропозиції грошей.

Тепер відобразимо в моделі економічне регулювання. Існування грошової політики можна виразити заміною рівняння (30) на

$$\log M_s = \log M_s + \theta \log\left(\frac{L e^{lt}}{L}\right)$$

де  $L$ ,  $M$ ,  $\theta$  - позитивні константи,  $L e^{lt}$  - оптимальна траєкторія зайнятості,  $M$  - оптимальна пропозиція грошей при оптимальному рівні зайнятості.

Щоб відобразити існування державних витрат і податків, змінимо в системі рівнянь (21)-(29), (31) значення деяких змінних:

$C$  - особисте споживання і державні витрати;

$K$  - сума державного і приватного основного капіталу;

Державні заощадження - це податки мінус державні витрати, тому, щоб відобразити податки, зробимо  $s$  змінною величиною:

$$s = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \log\left(\frac{L}{L e^{lt}}\right) \quad (32)$$

де  $\varepsilon_1, \varepsilon_2$  - параметри бюджетної політики. У параметрі  $s$  враховується: 1) відношення особистого спо-

живання до особистого доходу; 2) відношення надходжень від податків до доходу; 3) відношення точних державних витрат до надходжень від податків. Усе це можна врахувати за допомогою параметрів  $e_1, e_2$ , що є керуючими [6-9].

**Модель міжгалузевих взаємодій.** Розглянемо типову макроекономічну модель відкритого типу (незамкнута) - модель міжгалузевих взаємодій. Її формують дві групи математичних залежностей: 1) система рівнянь - баланс обсягу виробництва кожного виду продукції і його розподіл між споживачами (іншими виробниками і кінцевими споживачами); 2) система нерівностей, що описують залежність між виробничими можливостями кожної галузі й обмежувачими наявними ресурсами (основні фонди і жива праця).

У цю модель потрібно ввести ззовні вектор  $Y$  - кінцевий продукт - і врахувати його розподіл на споживання, нагромадження, експорт, державні резерви, податки. Далі варто задати вектор  $E$  - виробничі фонди, і вектор  $B$  - ресурси живої праці. Це означає, що "навколо" моделі міжгалузевих взаємодій необхідно побудувати модель доходів і споживання населення -

для визначення  $Y$ , модель формування національного доходу - для визначення модель "демографія - трудові ресурси" для визначення  $B$  і т.п., тобто створити так званий макромодельний комплекс.

**Висновки.** У роботі здійснено аналіз типових макроекономічних моделей. Їх можна умовно поділити на: за засобом уявлення досліджуваного процесу або явища - на логічні, графічні й економіко-математичні; за тривалістю аналізованих процесів - на короткострокові та довгострокові; за кількістю економічних суб'єктів, що аналізуються, - на прості моделі (у яких подані тільки домашні господарства і фірми) і повні моделі (за участю держави); за ступенем охоплення іноземного сектора - на закриті (подана тільки національна економіка) і відкриті (ті, що враховують впливи іноземного сектора на національну економіку); за характером впливу чинника часу - на статичні, порівняльної статистики (дихотомічні) і динамічні.

В наступних дослідженнях на основі такого макроекономічного підходу планується здійснити моделювання фінансування галузі охорони здоров'я.

#### Література

1. Аллен Р. Математическая экономия. - М.: Мир, 1967.
2. Багриновский К. А. Имитационные системы принятия экономических решений. - М.: Наука, 1983.
3. Багриновский К. А. Модели и методы экономической кибернетики. - М.: Экономика, 1986.
4. Бергстром А. Построение и применение экономических моделей. - М.: Мир, 1970.
5. Дадаян В.С. Глобальные экономические модели. - М.: МГУ, 1981.
6. Дадаян В.С. Макроэкономические модели. - М.: 1983.
7. Емельянов А.С. Эконометрия и прогнозирование. - М.: Финансы и статистика, 1989.
8. Иванов Ю.Н. Математическое описание элементов экономики. - М.: Дело, 1993.
9. Лейард Р. Макроэкономика. - М.: Джон Уайли энд Санз, 1994. - 160 с.
10. Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. - М.: Мир, 1975. - 376 с.
11. Орлов А.И. Эконометрика. - М.: Экзамен, 2002. - 576 с.
12. Математическая теория планирования эксперимента / Под ред. С.М. Ермакова. - М. Наука, 1983. - 392 с.
13. Математическое моделирование процессов налогообложения (подходы к проблеме) / Под ред. А.И. Орлова и др. - М.: Изд-во ЦЭО Минобразования РФ, 1997. - 232 с.