

Динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги при мікроекономічному моделюванні

Проф. Ставицький А.В

План

1. Моделі рівноваги
2. Приклад моделі рівноваги

Моделі рівноваги



Підходи до макроекономічного моделювання

- ▶ Використання стохастичної теорії (теорії ймовірності) базується на пошуку економічних зв'язків не передбачених теорією, а також тестуванні дійсності запропонованій теорії.
- ▶ Атеоретичне моделювання – моделі без необхідної теоретичної бази.
- ▶ Структурні моделі – моделі з повним теоретичним обґрунтуванням.
Структурні моделі складаються з рівнянь, що характеризують основні зв'язки між економічними суб'єктами та базуються на динамічних моделях раціональної поведінки економічного агента.

Класифікація макромоделей

- ▶ модель “ядра”;
- ▶ моделі поведінки, орієнтованої на майбутні очікування;
- ▶ моделі векторної авторегресії;
- ▶ регресійні моделі;
- ▶ моделі динамічної оптимізації.

Недоліки макромоделей

- ▶ Перші макроекономічні моделі центральних банків базувалися на економетричних моделях адаптивного та раціонального очікування. Головний недолік даних моделей – неврахування економічної поведінки агентів системи. Дані моделі не здатні адекватно прогнозувати наслідки структурних зрушень, вплив шоків сукупної пропозиції та зовнішніх чинників.
- ▶ З 1990-х років макроеконометричні моделі поступилися обчислюваним та стохастичним моделям загальної рівноваги. Дані моделі вже враховують стратегії поведінки економічних суб'єктів, які впливають на макроекономічні процеси, та описують змінні моделі та бази даних.

Критичний аналіз Лукаса

- ▶ Оскільки параметри макромоделей не були структурними, то вони обов'язково зміняться всякий раз, коли економічна політика буде змінена.
- ▶ Таким чином, стратегічні висновки, засновані на тих моделях, будуть некоректними.
- ▶ Цей аргумент піддав сумніву великомасштабні економетричні моделі.

Динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги

- ▶ Динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги – це моделі загальної рівноваги економіки, які враховують розвиток і зміни економічної системи; вплив як ендогенних так і екзогенних факторів середовища, в якому функціонує система.
- ▶ Динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги (DSGE–моделі) є одним з основних інструментів теоретичного дослідження впливу монетарної та фіскальної політики на економічну систему.

Принципи DSGE

- ▶ Динамічність моделі означає, що її розв'язок визначає динаміку всіх ендогенних змінних системи.
- ▶ Стохастичність моделі означає, що на динаміку змінних впливають стохастичні шоки.
- ▶ Загальна рівновага означає, що пропозиція дорівнює попиту на всіх ринках у всі періоди.

Припущення моделі

- ▶ економічні суб'єкти оптимізують свої цільові функції, тобто, рішення економічними агентами приймаються відповідно до результатів, що впливають з оптимізації їх функцій діяльності за умови існування обмеження на можливі дії та параметри;
- ▶ задається виробнича функція та обмеження в економіці (технологічні обмеження, обмеження монетарної та фіскальної політики);
- ▶ невизначеність щодо майбутнього виникає через стохастичні шоки, які впливають на економіку і які не можна точно визначити;
- ▶ очікування в моделі розглядаються як раціональні.

Механізм побудови DSGE–моделі

- ▶ Формалізація структурних рівнянь
- ▶ Оцінка довгострокової рівноваги
- ▶ Апроксимація моделі
- ▶ Аналіз властивостей

Недолік DSGE–моделей

- ▶ Великий розмір моделі, який є ефективним у процесі моделювання економічної динаміки в довгостроковій перспективі, є одним з основних недоліків застосування даних моделей.
- ▶ Складність представлення вимагає значного математичного апарату.

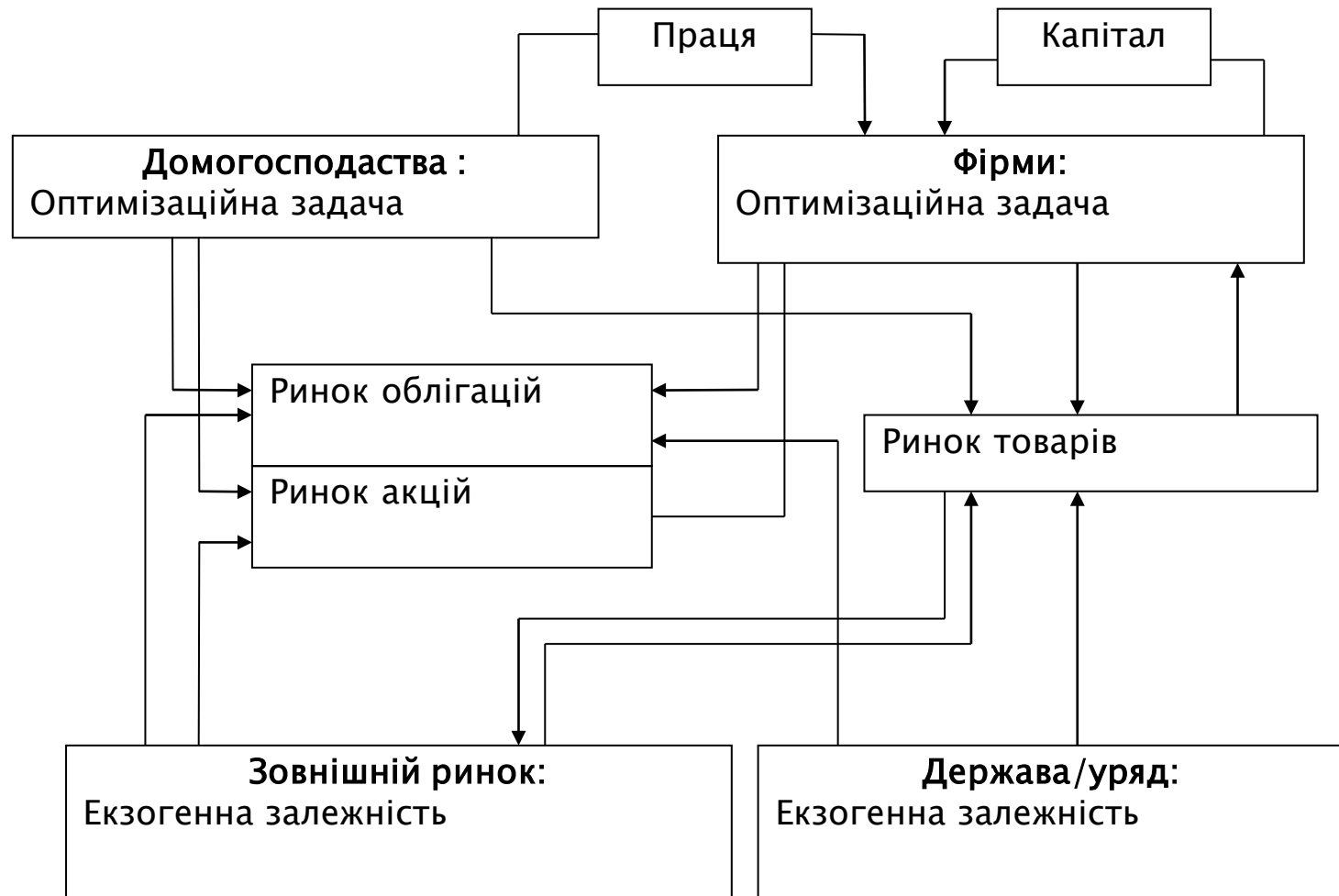
DSGE моделі

- ▶ DSGE моделі базуються на перевагах, технологіях та інших особливостях економіки
- ▶ DSGE моделі здатні пояснити динаміку змінних в термінах теорії
- ▶ Якість прогнозів DSGE моделей не поступається прогнозами VAR моделей
- ▶ DSGE моделі ЦБ: SIGMA (ФРС США), NAWM (ЄЦБ), BEQM (Банк Англії), ToTEM (Банк Канади), GEM (МВФ), NEMO (Норвегія), RAMSES (Швеція), MAS (Чилі), MEGA-D (Перу)

Приклад моделі рівноваги



Структура простої DSGE моделі



Домогосподарства: переваги

- ▶ люблять споживати товари,
- ▶ не люблять працювати,
- ▶ люблять мати багато грошей,
- ▶ не люблять мати акції та облігації.

Домогосподарства: бюджетне обмеження

- ▶ відкладають гроші,
- ▶ витрачають гроші на товари,
- ▶ витрачають гроші на вітчизняні та зарубіжні облігації,
- ▶ витрачають гроші вітчизняні та зарубіжні акції,
- ▶ отримують гроші, відкладені в минулому періоді,
- ▶ отримують гроші від погашення вітчизняних і зарубіжних облігацій,
- ▶ отримують гроші від продажу вітчизняних і зарубіжних акцій,
- ▶ отримують дивіденди по акціях та облігаціях,
- ▶ отримують зарплату,
- ▶ платять податки з доходів.

Фірми: переваги

- ▶ хочуть платити побільше дивідендів,
- ▶ не люблять міняти випуск, ціни або число працівників.

Фірми: бюджетне обмеження

- ▶ виплачують дивіденди,
- ▶ купують інвестиційні товари,
- ▶ оплачують працю працівників,
- ▶ отримують виручку за вироблені товари,
- ▶ сплачують податок з продажів.

Держава: правила

- ▶ продає стільки облігацій, щоб процентні ставки трималися на заданому рівні (залежній від інфляції, темпів економічного зростання, державного боргу і попереднього значення ставок).

Держава: бюджетне обмеження

- ▶ витрачає гроші на купівлю облігацій,
- ▶ витрачає гроші на купівлю товарів і праці,
- ▶ отримує кошти від погашення облігацій попереднього періоду,
- ▶ отримує кошти від податків на доходи від праці та випуску,
- ▶ отримує кошти від друку грошей та продажу облігацій.

Зовнішній ринок: правила

- ▶ кількість придбаних закордоном вітчизняних акцій описується випадковим процесом.

Зовнішній ринок: бюджетне обмеження

- ▶ витрачає кошти на покупку вітчизняних і зарубіжних акцій та облігацій,
- ▶ витрачає кошти на оплату експорту,
- ▶ отримує гроші від імпорту,
- ▶ отримує гроші від погашення вітчизняних і зарубіжних облігацій,
- ▶ отримує гроші від продажу акцій та дивідендів по акціях.

Позначення: V

- ▶ $V_{F, D, t}$ – обсяг облігацій у вітчизняній валюті куплених зовнішнім ринком в періоді t
- ▶ $V_{F, F, t}$ – обсяг облігацій в іноземній валюті куплених зовнішнім ринком в періоді t
- ▶ $V_{G, D, t}$ – обсяг облігацій у вітчизняній валюті куплених державою в періоді t
- ▶ $V_{H, D, t}$ – обсяг облігацій в національній валюті куплених домогосподарствами в періоді t
- ▶ $V_{H, F, t}$ – обсяг облігацій в іноземній валюті куплених домогосподарствами в періоді t

Позначення: C

- ▶ $C_{D, t}$ – обсяг споживання вітчизняних товарів у періоді t
- ▶ C_t – обсяг споживання в періоді t

Позначення: D

- ▶ $D_{D, t}$ – дивіденди по вітчизняних акціях в періоді t
- ▶ $D_{F, t}$ – дивіденди по іноземних акціях в періоді t

Позначення: F

- ▶ F_t – обмінний курс в періоді t (число одиниць національній валюті в обмін на одиницю іноземної валюти)

Позначення: G

- ▶ $G_{D, t}$ – державні витрати на вітчизняні товари в періоді t
- ▶ G_t – державні витрати в періоді t

Позначення: /

- ▶ $I_{D, t}$ – попит на вітчизняні інвестиції в періоді t
- ▶ I_t – попит на інвестиції в періоді t

Позначення: K

- ▶ K_t – кількість капіталу в періоді t

Позначення: L

- ▶ L_t – пропозиція праці в періоді t
- ▶ $L_{f, t}$ – попит на працю з боку фірм в періоді t
- ▶ $L_{G, t}$ – попит на працю з боку держави в періоді t

Позначення: M

- ▶ M_t – грошова маса в періоді t

Позначення: P

- ▶ $P_{D, t}$ – рівень цін на вітчизняні товари в періоді t
- ▶ $P_{F, t}$ – рівень цін на іноземні товари в періоді t
- ▶ P_t – рівень цін у періоді t

Позначення: R

- ▶ $R_{D, t}$ – процентна ставка по облігаціях в національній валюті в періоді t
- ▶ $R_{F, t}$ – процентна ставка по облігаціях в іноземній валюті в періоді t

Позначення: S

- ▶ $S_{D, t}$ – ціна вітчизняних акцій в періоді t
- ▶ $S_{F, t}$ – ціна іноземних акцій в періоді t

Позначення: T

- ▶ $T_{L, t}$ – ставка податку на працю в періоді t
- ▶ $T_{Y, t}$ – ставка податку на випуск в періоді t

Позначення: W

- ▶ W_t – рівень заробітної плати в періоді t

Позначення: X

- ▶ $X_{F, D, t}$ – кількість акцій вітчизняних компаній куплених закордоном в періоді t
- ▶ $X_{F, F, t}$ – кількість акцій іноземних компаній куплених закордоном в періоді t
- ▶ $X_{H, D, t}$ – кількість акцій національних компаній куплених домогосподарствами в періоді t
- ▶ $X_{H, F, t}$ – кількість акцій іноземних компаній куплених домогосподарствами в періоді t

Позначення: Y

- ▶ $Y_{D, t}$ – випуск вітчизняних фірм в періоді t
- ▶ $Y_{E, t}$ – експорт в періоді t
- ▶ $Y_{F, t}$ – іноземний попит на вітчизняні товари в періоді t
- ▶ $Y_{I, t}$ – імпорт в періоді t
- ▶ Y_t – внутрішнє виробництво в періоді t

Позначення: Z

- ▶ $Z_{\beta, t}$ – Екзогенний процес, що характеризує міжчасові переваги домогосподарств
- ▶ $Z_{F, B, t}$ – Екзогенний процес, що характеризує кількість облігацій в вітчизняній валюті придбаних за кордоном
- ▶ $Z_{F, D, t}$ – Екзогенний процес, що характеризує дивіденди по закордонних акціях
- ▶ $Z_{F, P, t}$ – Екзогенний процес, що характеризує динаміку цін за кордоном
- ▶ $Z_{M, t}$ – Екзогенний процес, що характеризує динаміку грошової маси за кордоном
- ▶ $Z_{L, t}$ – Екзогенний процес, що характеризує динаміку попиту на працю за кордоном
- ▶ $Z_{Y, t}$ – Екзогенний процес, що характеризує динаміку попиту на товар за кордоном

Домогосподарства: цільова функція

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t Z_{\beta,t} \left(\begin{aligned} & \frac{(C_t)^{1+\omega_C}}{(Z_{Y,t} Z_{P,t})^{1+\omega_C} (1+\omega_C)} - Z_{L,t} \frac{(L_t / Z_{P,t})^{1+\omega_L}}{1+\omega_L} + \\ & + Z_{M,t} \left(\frac{M_t}{P_t (Z_{Y,t} Z_{P,t})} \right)^{\omega_M+1} \frac{1}{1+\omega_M} - \frac{\varphi_{X,F}}{2} (X_{H,F,t} - \bar{X}_{H,F})^2 \\ & - \frac{\varphi_{X,D}}{2} (X_{H,D,t} - \bar{X}_{H,D})^2 - \frac{\varphi_{B,F}}{2} (B_{H,F,t} - \bar{B}_{H,F})^2 - \\ & - \frac{\varphi_{B,D}}{2} (B_{H,D,t} - \bar{B}_{H,D})^2 \end{aligned} \right) \rightarrow \max_{C; M; B; L; X}$$

Домогосподарства: бюджетне обмеження

$$P_t C_t + \left(B_{H,D,t} + M_t + X_{H,D,t} S_{D,t} + \right. \\ \left. + F_t B_{H,F,t} + X_{H,F,t} F_t S_{F,t} \right) = W_t L_t + \left(R_{D,t-1} B_{H,D,t-1} + M_{t-1} + \right. \\ \left. + X_{H,D,t-1} (S_{D,t} + D_{D,t}) + \right. \\ \left. + F_t R_{F,t-1} B_{H,F,t-1} + \right. \\ \left. + X_{H,F,t-1} F_t (S_{F,t} + D_{F,t}) \right)$$

Фірми: цільова функція

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \left(\prod_{s=0}^{t-1} R_{D,s} \right)^{-1} D_t \left(1 + \varphi_P \left(\ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) - \bar{P} \right)^2 + \varphi_L \left(\ln \left(\frac{L_t}{L_{t-1}} \right) - \bar{L} \right)^2 + \varphi_Y \left(\ln \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} \right) - \bar{Y} \right)^2 \right) \rightarrow \max_{D;P;Y;L;I;K}$$

Фірми: обмеження

- ▶ Бюджетне обмеження:

$$W_t L_t + P_t I_t + D_t = (1 - \tau_{Y,t}) P_t Y_t$$

- ▶ Обмеження на попит:

$$Y_t = \left(\frac{P_t}{P_{D,t}} \right)^{-\theta} (C_{D,t} + I_{D,t} + G_{D,t}) + \left(\frac{P_t}{P_{F,t}} \right)^{-\theta} (Y_{F,t})$$

- ▶ Виробнича функція:

$$Y_t = (Z_{Y,t} L_t)^\alpha K_{t-1}^{1-\alpha}$$

- ▶ Еволюція капіталу:

$$K_t = (1 - \delta) K_{t-1} + I_t$$

Держава: бюджетне обмеження

$$P_t G_t + W_t L_{G,t} + M_{t-1} + B_{G,t} = M_t + R_{D,t-1} B_{G,t-1} + \tau_{Y,t} P_{D,t} Y_{D,t} + \tau_{L,t} W_t L_t$$

Зовнішній ринок: бюджетні обмеження

$$\left(X_{F,D,t} S_{D,t} + X_{F,F,t} F_t S_{F,t} + \right. \\ \left. + F_t B_{F,F,t} + B_{F,D,t} + P_{D,t} Y_{E,t} \right) = \left(X_{F,D,t-1} (S_{D,t} + D_{D,t}) + X_{F,F,t-1} F_t (S_{F,t} + D_{F,t}) + \right. \\ \left. + F_t R_{F,t-1} B_{F,F,t-1} + R_{D,t-1} B_{F,D,t-1} + F_t P_{F,t} Y_{I,t} \right)$$

$$R_{F,t} = Z_{F,R,t}$$

$$\frac{(S_{F,t} + D_{F,t})}{S_{F,t-1}} = e^{r_{F,t} + z_{F,S,t}}$$

$$\frac{(D_{F,t})}{P_{F,t} Y_{F,t}} = e^{z_{F,D,t}}$$

$$X_{F,D,t} = Z_{F,X,t}$$

$$\frac{F_t P_{F,t}}{P_t} = Z_{F,P,t}$$

$$\frac{Y_{F,t}}{Z_{P,t} Z_{Y,t}} = Z_{F,Y,t}$$

$$\frac{B_{F,D,t}}{P_t Z_{P,t} Z_{Y,t}} = Z_{F,B,t}$$

Зовнішній ринок: балансові обмеження – 1

$$B_{H,D,t} + B_{F,D,t} + B_{G,D,t} = 0$$

$$B_{H,F,t} + B_{F,F,t} = 0$$

$$X_{H,F,t} + X_{F,F,t} = 1$$

$$X_{H,D,t} + X_{F,D,t} = 1$$

$$L_t = L_{f,t} + L_{G,t}$$

$$C_{D,t} = \left(\frac{P_{D,t}}{P_t} \right)^{-\theta} w_D C_t$$

$$I_{D,t} = \left(\frac{P_{D,t}}{P_t} \right)^{-\theta} w_D I_t$$

$$G_{D,t} = \left(\frac{P_{D,t}}{P_t} \right)^{-\theta} w_D G_t$$

Зовнішній ринок: балансові обмеження – 2

$$P_t = \left(\omega_D P_{D,t}^{1-\theta} + (1 - \omega_D) F_t^{1-\theta} P_{F,t}^{1-\theta} \right)^{1/(1-\theta)}$$

$$Y_{I,t} = \left(\frac{F_t P_{F,t}}{P_t} \right)^{-\theta} (1 - \omega_D) (C_t + I_t + G_t)$$

$$Y_{E,t} = \left(\frac{P_{D,t}}{F_t P_{F,t}} \right)^{-\theta} (Y_{F,t})$$

Стаціонарність процесів

- ▶ Як правило, всі змінні перетворюються до стаціонарних за допомогою:
 - нормування;
 - індексації цін;
 - логарифмування;
 - інших підходів.

Оцінка моделі

- ▶ Знаходяться умови оптимальності поведінки фірм і домогосподарств;
- ▶ умови оптимальності та інші рівняння лінеарізуються в точці детермінованої рівноваги (стан в якому економіка залишиться при відсутності шоків; для декількох змінних лінеаризація проводиться в параметризованих точках з метою прискорення розрахунків);
- ▶ вирішується лінійна задача з раціональними очікуваннями;
- ▶ розраховується значення функції правдоподібності за допомогою фільтра Кальмана;
- ▶ оцінки моделі знаходять методом максимальної правдоподібності.

Застосування моделі

- ▶ Прогнозування змінних моделі
- ▶ Пояснення тих чи інших подій
- ▶ Визначення політики держави для досягнення тих чи інших цілей

Моделювання

- ▶ Для оцінки DSGE моделей розроблено спеціальну програму Dynare

Дякую за увагу!