

УДК 330.34:004

К. Ю. Кононова,
к. е. н., доцент, доцент кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

КОМПЛЕКС МОДЕЛЕЙ ЕВОЛЮЦІЇ МАКРОГЕНЕРАЦІЙ

К. Kononova,
Ph.D., Associate Professor, Department of Economic Cybernetics and Applied Economics,
V.N. Karazin Kharkiv National University

MODELS COMPLEX OF MACROGENERATIONS EVOLUTION

У роботі на основі концепції Маєвського запропоновано комплекс моделей еволюції макрогенерацій (МГ), що включає: 1) дослідження дрейфу параметрів макроекономічної виробничої функції для визначення інтервалів зміни МГ, 2) модель життєвого циклу МГ, 3) модель виявлення та оцінки параметрів МГ, 4) порівняльний аналіз динаміки МГ європейських країн. Експериментальні результати з високим рівнем достовірності підтвердили припущення моделі щодо виникнення та динаміки МГ. Порівняльний аналіз моментів зародження МГ показав, що в США і країнах Західної Європи вони дуже близькі, у той час як у країнах постсоціалістичного простору спостерігається деяке запізнювання останніх МГ при істотному потенціалі перших. При цьому потужність МГ західних країн з часом зростає, в той час як зміна суспільного устрою негативно відбилася на МГ постсоціалістичних країн.

The paper deals with the models complex of macrogenerations (MG) evolution, which is based on Majevski's concept. The complex includes: 1) study of the parameters drift of macroeconomic production function, 2) model of MG lifecycle, 3) model of identification and parameter estimation of MGs, 4) MGs comparative analysis of European countries. With a high level of reliability, experimental results confirmed the model assumptions about the dynamics of MGs. Comparative analysis of the MGs emergences showed that they are very similar in the US and Western Europe, while in the post-socialist countries there were some delays in the last MGs emergences with the significant potential of the first ones. The MGs capacity of Western countries were growing over time, while changing the social structure negatively affected the MGs of post-socialist countries.

*Ключові слова: макрогенерація, еволюція, комплекс моделей, виробнича функція, життєвий цикл.
Key words: macrogeneration, evolution, models complex, production function, lifecycle.*

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На макроекономічному рівні історично першим детально дослідженим випадком еволюційних процесів можна вважати циклічні процеси. На думку вчених-еволюціоністів, економічний цикл — це механізм саморегулювання, у якому кризи виконують роль якісного структурного фактору оновлення економіки і, отже, сприяють економічному зростанню.

Згідно з Шумпетером, коливання економічної активності пов'язані з розвитком нової техніки. Вчений вказує на відмінність між початковим актом нововведення, здійснюваним нечисленними підприємцями, і діяльністю послідовників, коли впровадження базисного нововведення супроводжується масою вторинних нововведень

та імітацій, що з'являються "спорадично в групах або кластерах" [10]. Переривчастість потоку нововведень, в свою чергу, викликає сильні коливання рівня капіталовкладень. Цей процес посилюється дією прихованого кумулятивного механізму, що породжує "вторинні хвилі" ділової експансії у взаємозалежних галузях промисловості. Шумпетер пов'язує причини виникнення економічних бумів з фактами виникнення кластерів нововведень. Він стверджує, що нововведення порушує сформовану структуру економічних взаємозв'язків між потоками продукції і споживаних матеріалів, фінансами, уподобаннями покупців і т. п. Економічна система виявляється виведеною з рівноважного стану. Через інерцію системи відхилення поглинаються з затримкою, а реакцією на

Таблиця 1. Оцінка параметрів виробничої функції Кобба-Дугласа

t=X	Вихідні дані			Розрахункові значення		Результати моделювання	
	Y факт	L	K	ln (Y/L)	ln (K/L)	Y прогноз	Y модель
1930	91 200	39 532	53 778	0.836	0.308	0.3013	53431
1931	76 500	40 915	60 072	0.626	0.384	0.3715	59324
1932	58 700	42 633	73 898	0.320	0.550	0.4633	67758
1933	56 400	41 845	74 514	0.298	0.577	0.5217	70505
1934	66 000	39 386	74 128	0.516	0.632	0.5869	70834
1935	73 300	42 968	88 164	0.534	0.719	0.6596	83100
1936	83 800	42 743	81 851	0.673	0.650	0.6949	85640
1937	91 900	44 579	88 813	0.723	0.689	0.7564	94977
1938	86 100	44 771	86 686	0.654	0.661	0.8014	99784

підйом, пов'язаний з інновацією, через деякий час стає рецесія, в результаті якої відбувається реорганізація цін і скорочення витрат масового виробництва. Як сформулював Шумпетер: "Депресія — ні що інше, як реакція економічної системи на бум, або адаптація до ситуації, в якій опинилася система в результаті буму" [10]. У свою чергу поживлення економіки залежить від іншого процесу — пристосування. І весь цикл повторюється, починаючись новим вибухом інноваційної активності.

У 1990-х рр., розвиваючи ідеї Кондратьєва та Шумпетера, Глазьев для опису економічних циклів великої тривалості ввів поняття технологічного укладу [6] і запропонував їх періодизацію. На думку вченого, новий технологічний уклад зароджується, коли в економічній структурі домінує попередній і якийсь час його розвиток стримується несприятливим середовищем. Перерозподіл ресурсів у технологічні ланцюги нового укладу відбувається, коли старий уклад починає вичерпувати свій потенціал і припадає це, як правило, на фазу зростання нового технологічного укладу. Таке припущення узгоджується з твердженням Сахала щодо можливості співіснування технологій кількох поколінь [9].

Маєвський, критикуючи концепції Фрімена про зміну техніко-економічних парадигм і Глазьева про еволюцію технологічних укладів за складність практичного застосування для формування стратегій економічного розвитку, ввів поняття макрогенерації (МГ) [8]. Він припустив, що макрорівень економіки піддається розкладанню на сукупність еволюціонуючих макроекономічних підсистем, сукупність яких виробляє протягом року повний обсяг ВВП. Допущення Маєвського щодо життєвого циклу МГ є розвитком ідей Сахала щодо "переломних точок у розвитку технологій" (згідно з Сахалом, процес технологічного розвитку неминує призводити до вибору деякої базової, стійкої конструкції, що довго не змінюється і на багато років є основою для подальшого розвитку системи [9]).

Під час досліджень Маєвському вдалося пояснити економічну природу МГ, пов'язати їх еволюцію з циклічною динамікою ВВП, виявити рушійні сили еволюції та оцінити можливість появи нових МГ в конкретні моменти часу, що свідчить про високу практичну цінність отриманих результатів. До недоліків запропонованого підходу слід віднести той факт, що остаточний вибір гіпо-

Таблиця 2. Дрейф параметрів виробничої функції Кобба-Дугласа

Періоди		Параметри			Статистики		
з	до	α	β	A	R	R ²	F-стат
1930	1939	-1.430	0.062	4.176	0.732	0.535	2.750
1931	1940	-0.635	0.047	2.640	0.862	0.743	3.517
1932	1941	1.241	0.035	0.807	0.973	0.946	25.007
1933	1942	1.132	0.049	0.921	0.955	0.912	17.475
1934	1943	0.935	0.060	1.140	0.953	0.907	12.910
1935	1944	0.604	0.081	1.570	0.959	0.919	15.332
1936	1945	0.170	0.086	2.293	0.968	0.937	17.409
1937	1946	0.131	0.087	2.493	0.950	0.903	19.197
1938	1947	-1.125	0.098	6.391	0.952	0.906	23.188
1939	1948	-0.702	0.092	5.150	0.950	0.902	21.173

тетичної сукупності МГ з множини квазіоптимальних рішень у моделі здійснюється не строго, при цьому загальне число МГ і частота їх зародження невіправдано великі.

Проте концепція економічної еволюції як процесу зміни МГ здається нам перспективною, скористаємося нею та проведемо емпіричний аналіз еволюції МГ.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

На основі концепції Маєвського розробити комплекс моделей еволюції макрогенерацій.

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Уточнимо поняття МГ: під макрогенерацією будемо розуміти сукупний випуск економічних агентів, що об'єднані кластером споріднених технологій.

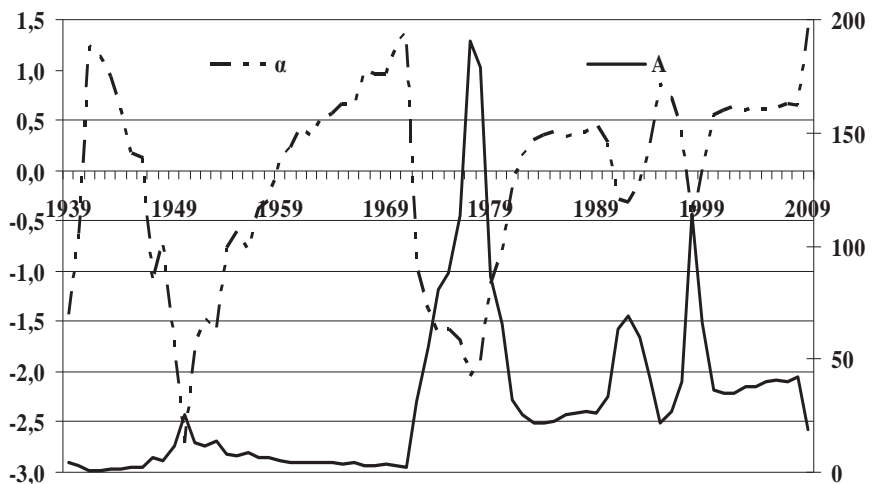


Рис. 1. Дрейф параметрів α і A при довжині змінного вікна в 10 років*

* Серія експериментів із використанням ковзних вікон різної довжини (від 8 до 11 років) показала, що динаміка параметрів від довжини вікна не залежить. Підписи по осі часу являють собою перший рік вікна.

Запропонований в роботі комплекс моделей еволюції МГ включає:

1. Дослідження дрейфу параметрів макроекономічної виробничої функції для визначення інтервалів зміни МГ.
2. Модель життєвого циклу МГ.
3. Модель виявлення та оцінки параметрів МГ.
4. Порівняльний аналіз динаміки МГ європейських країн.

Початковим етапом моделювання МГ було дослідження можливих інтервалів їх зміни, яке було проведено з використанням виробничої функції Кобба-Дугласа (ВФКД) такого вигляду:

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1),$$

де Y — валовий національний продукт [3], K — капітал [1], L — трудові ресурси [4], α — коефіцієнт еластичності капіталу, A — технологічний коефіцієнт.

Оцінка параметрів ВФКД була проведена на основі статистичних даних про розвиток економіки США за 1930—2013 рр. (фрагмент даних у табл. 1).

На підставі аналізу дрейфу коефіцієнта еластичності капіталу (фрагмент даних у табл. 2) в його динаміці було виявлено чотири повних і початок п'ятого циклу еволюції тривалістю близько 20 років.

Отримані результати дозволили зробити такі припущення щодо моментів зародження МГ: перша МГ зароджується до 1930 р., друга — у період з 1945 до 1950 р., третя — у період з 1970 до 1975 р., четверта — у період з 1985 до 1990 р., п'ята — у період з 1995 до 2000 р.

Аналіз дрейфу параметрів виробничої функції (рис. 1) свідчить, що:

- 1) у динаміці параметрів ВФКД спостерігається виражена циклічність;
- 2) параметри α і A змінюються в протифазі;
- 3) у всіх експериментах параметр α на деяких інтервалах набуває негативних значень.

Для пояснення отриманих результатів з точки зору еволюційної теорії ми припустили, що на тих інтервалах, де ВФКД не в змозі адекватно описати економічну ситуацію, відбувається зміна макротехнологій, коли кардинально змінюється співвідношення між витратами капіталу і трудових ресурсів (етап поступового розвитку змінюється етапом радикальних якісних змін) [7]. При цьому періоди зростання коефіцієнта α (коли відбувається насичення виробництва капіталом) відповідають фазі технологічного зростання, а на тих інтервалах, де α набуває негативних значень, відбувається зміна технологій і перерозподіл факторів виробництва.

Оскільки попередній аналіз підтвердив припущення про можливість представлення економічного розвитку як процесу зміни МГ, перейдемо до детального опису моделі життєвого циклу МГ, який складається з:

- короткої ембріональної стадії, на якій внесок нової МГ в економіку неістотний;
- стадії швидкого зростання, коли нова МГ починає активно забирати ресурси у своїх попередниць;
- стадії насичення, коли поточна МГ досягає межі своїх можливостей;

— тривалої стадії спаду, коли відбувається остаточний перерозподіл ресурсів між МГ.

Виходячи з перерахованих припущень, для опису життєвого циклу МГ може бути використана логнормальна функція. Для розширення можливостей параметричної настройки моделі вона була модифікована таким чином:

$$s(t) = \begin{cases} \frac{M}{(t-\tau)} e^{-\frac{(\ln(t-\tau)-\mu)^2}{2\sigma^2}}, & t \geq \tau \\ 0, & t < \tau \end{cases} \quad (2),$$

де параметр τ відповідає за зсув функції уздовж осі абсцис, даючи початок ембріональній фазі, μ і σ описують технологічний потенціал окремої МГ, а коефіцієнт M коригує амплітуди функцій. Підбираючи ці параметри з метою найкращої апроксимації вихідного статистичного ряду, можна отримувати форми кривої, що описують різні за своїм характером МГ.

Грунтуючись на наведених вище припущеннях, ми поставили завдання виявлення та оцінки параметрів МГ на основі даних про розвиток економіки США за 1930—2013 рр. [3]. Критерієм тут виступає мінімізація суми квадратів відхилень значень модельного ряду від фактичних даних¹:

$$z(\tau, M, \mu, \sigma) = \sum_{i=1}^{80} (f(t, \tau, M, \mu, \sigma) - y_i^*)^2 \rightarrow \min \quad (3),$$

де y_i — t -е спостереження вихідного статистичного ряду ВВП.

Функція f являє собою суму функцій s , які описують МГ (їх п'ять відповідно до результатів аналізу дрейфу параметрів виробничої функції на основі емпіричних даних):

$$f(t, \tau, M, \mu, \sigma) = \sum_{i=1}^5 s_i(t, \tau_i, M_i, \mu_i, \sigma_i),$$

$$s_i(t, \tau_i, M_i, \mu_i, \sigma_i) = \frac{M_i}{t - \tau_i} e^{-\frac{[\ln(t-\tau_i)-\mu_i]^2}{2\sigma_i^2}} \quad (4).$$

У результаті рішення задачі були отримані такі значення параметрів:

$\tau = \{4.65; 20.00; 40.78; 54.35; 64.77\}$, $M = \{0.60; 1.00; 4.90; 7.84; 12.34\}$, $\mu = \{0.48; 4.00; 4.00; 4.00; 4.00\}$, $\sigma = \{0.25; 0.52; 0.50; 0.48; 0.42\}$.

Аналіз рисунка 2 показує, що МГ зароджуються в околиці максимумів своїх попередниць і деякий час знаходяться в ембріональних фазах. При цьому інтервали між моментами зародження і тривалість МГ скорочуються. У результаті експериментування з моделлю на досліджуваному інтервалі вдалося виявити чотири значущих МГ.

Для того, щоб перевірити наявність зв'язку між дрейфом параметрів виробничої функції і МГ, повернемося до результатів дослідження параметрів макроекономічної функції Кобба-Дугласа на основі емпіричних даних, де в динаміці коефіцієнта еластичності капіталу було виявлено чотири повних і початок п'ятого циклу еволюції. Аналіз дрейфу еластичності капіталу дозволив

¹ Для того, щоб результати такої мінімізації чисельними методами були адекватними, було проведено попереднє шкалювання статистичних даних.

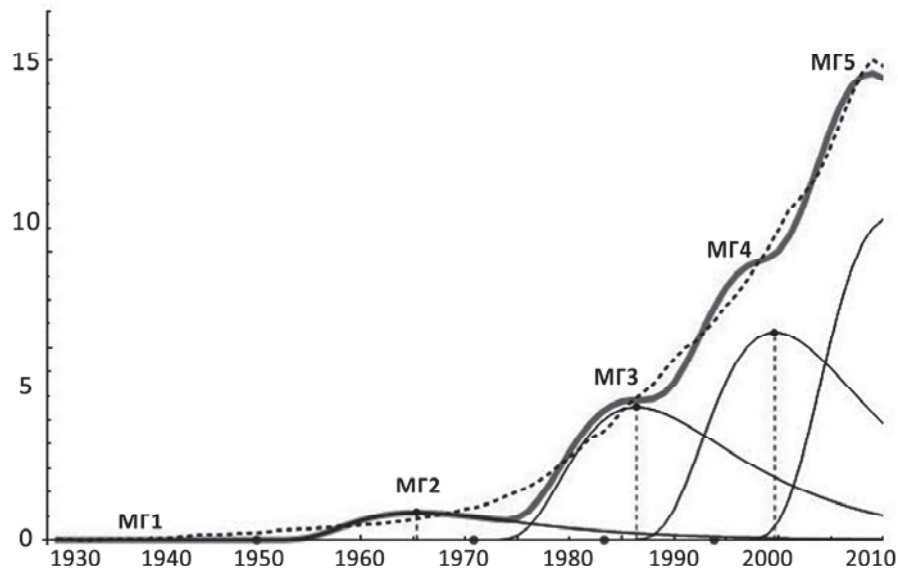


Рис. 2. Наближення ряду ВВП (трлн дол.) набором МГ

зробити такі припущення щодо моментів зародження МГ [79]:

- 1) перша МГ зароджується до 1930 р.
- 2) друга — у період з 1945 до 1950 р.
- 3) третя — у період з 1970 до 1975 р.
- 4) четверта — у період з 1985 до 1990 р.
- 5) п'ята — у період з 1995 до 2000 р.

Порівняльний аналіз дрейфу коефіцієнта еластичності капіталу α (рис. 1) і динаміки МГ (рис. 2) показує, що:

- 1) фазі росту i -ї МГ відповідає зростання параметра α ;
- 2) фазі насичення i -ї МГ — локальний максимум α ;
- 3) появи $(i+1)$ -ї МГ відповідає спад α ;
- 4) переходу від i -ї до $(i+1)$ -ї генерації — локальний мінімум α .

У цілому, експериментальні результати підтвердили припущення моделі про виникнення і динаміку МГ. Аналіз показав, що МГ з'являються в межах максимуму своїх попередників і проходять ембріональну фазу, фази росту, насичення і спаду. Дослідження фаз МГ

підтвердило припущення про те, що на тих відрізках, де еластичність капіталу набуває негативних значень, відбувається зміна МГ, а у фазі росту МГ насичується капіталом. При цьому потужність МГ з часом зростає, а інтервали між появою і тривалість МГ знижуються.

Оскільки запропонована модель виявлення МГ на основі емпіричних даних про динаміку ВВП США продемонструвала високу якість апроксимації ($R^2 = 0,97$), використаємо її для порівнянь МГ інших країн світу.

Для дослідження було обрано 37 європейських країн, які досить сильно відрізняються як масштабами, так і рівнем економічного розвитку. Тому для забезпечення їх порівняльності було зроблено попередню класифікацію країн на основі інформації про їх ВВП, чисельності населення і площі. З використанням нейромережевого моделювання було виявлено три кластера однорідних країн (рис. 3).

Для того, щоб проаналізувати динаміку МГ на основі даних про ВВП країн Європи за 1969—2013 рр., з кожного кластера було вибрано по парі представників: Німеччина і Франція з кластера найбільших і найбагат-

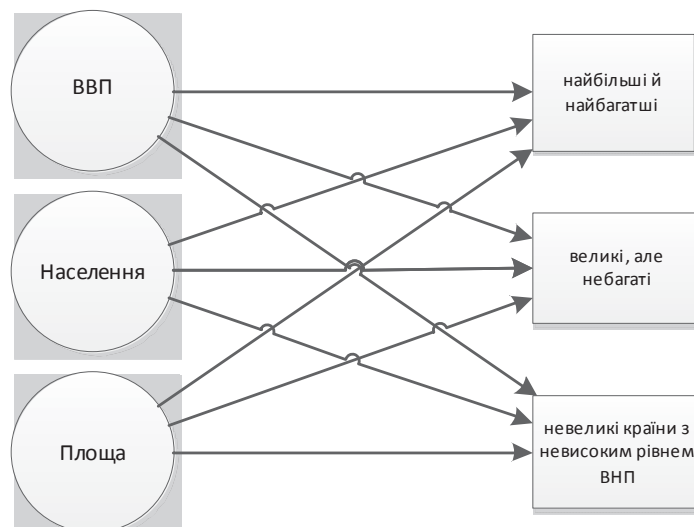


Рис. 3. Мережа Кохонена

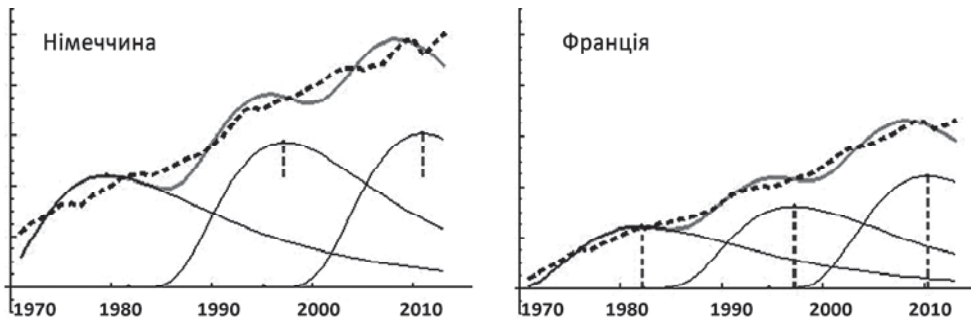


Рис. 4. Динаміка МГ Німеччини і Франції

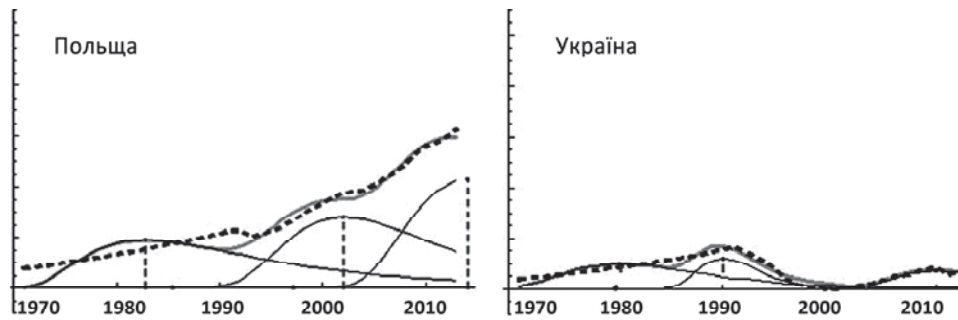


Рис. 5. Динаміка МГ Польщі та України

ших європейських країн, Польща й Україна з кластера великих, але порівняно небагатих країн, Білорусь і Литва з кластера невеликих країн з невисоким рівнем ВВП.

Базуючись на наведених вище припущеннях і результатах експериментів на даних про розвиток економіки США, нами було зроблено (і експериментально підтверджено) припущення про існування трьох МГ за досліджуваний період. Для всіх країн на основі даних про динаміку ВВП за 1969—2013 рр. [5] була вирішена наступна задача виявлення та оцінки параметрів МГ:

$$z(\tau(M, \mu, \sigma)) = \min \left\{ \sum_{i=1}^{43} \left(\sum_{i=1}^3 \frac{M_i}{t - \tau_i} e^{-\frac{[\ln(t - \tau_i) - \mu_i]^2}{2\sigma_i^2}} - y_i \right)^2 \right\} \quad (5).$$

Аналіз розрахунків для країн нульового кластера (Німеччини та Франції) показує, що потужність МГ обох країн з часом зростає, при цьому у Німеччині вона досягає максимальних значень, проте темп зростання тут нижчий, ніж у Франції. Моменти зародження МГ у прив'язці до реального часу дуже близькі між собою. Зокрема на досліджуваному інтервалі в Німеччині перша МГ з'явилася в 1966 р., друга — у 1981 р., третя — у 1994 р.;

у Франції моменти зародження МГ припали на 1967, 1981 і 1994 рр. відповідно.

Якщо порівнювати ці значення з результатами, отриманими для економіки США (де експеримент проводився на основі даних за 1930—2013 рр.), видно, що розраховані моменти появи європейських МГ до них дуже близькі (у США вони склали 1970, 1983 і 1993 рр. відповідно).

Аналогічний аналіз був проведений і для країн наступного кластера, звідки для порівняння були обрані Польща і Україна. Моменти зародження МГ у прив'язці до реального часу тут варіюються сильніше, ніж у нульовому кластері. Зокрема в Польщі перша МГ на досліджуваному інтервалі зародилася в 1968 р., друга — у 1985 р., третя — у 1996 р.; в Україні моменти зародження припадають — на 1962, 1979 і 1999 рр. відповідно. Аналіз показує, що в Польщі потужність МГ згодом збільшується (повторюючи динаміку США, Німеччини, Франції). В Україні ж потужність третьої МГ значно нижче максимальної потужності попередниць (рис. 5). Тобто остання МГ фактично не пододала ембріональну фазу.

Що стосується кластера невеликих країн із невисоким рівнем ВВП, з якого для порівняння були обрані Білорусь і Литва, потужність МГ тут росте тільки в Білорусі. У Литві потужність третьої МГ не тільки значно ниж-

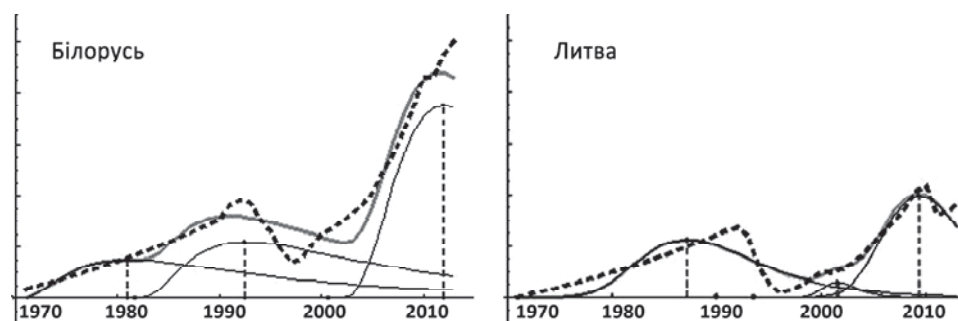


Рис. 6. Динаміка МГ Білорусі та Литви

ча двох попередніх, більше того, її насичення відбувається раніше, ніж пік другої МГ. Це говорить про катастрофічне становище в технологічному розвитку країни. Динаміка МГ Білорусі та Литви наведена на рисунку 6.

Моменти зародження МГ у даному кластері варіюються несуттєво. Зокрема, в Білорусі перша МГ зароджується в 1968 р., друга — у 1985 р., третя — у 1996 р.; у Литві моменти зародження припадають на 1968, 1979 і 1993 рр. відповідно.

ВИСНОВКИ

На основі узагальнення досвіду еволюційного економічного моделювання для дослідження макроекономічної динаміки була обрана концепція зміни МГ Маєвського. На її основі було розроблено комплекс моделей еволюції МГ, що включає блоки аналізу дрейфу параметрів виробничої функції, життєвого циклу МГ, виявлення та оцінки параметрів МГ на основі емпіричних даних, дослідження динаміки МГ європейських країн.

У результаті дослідження дрейфу коефіцієнта еластичності капіталу було виявлено чотири повних і початок п'ятого циклу еволюції і показано, що в динаміці параметрів ВФКД спостерігається виражена циклічність, технологічний параметр і коефіцієнт еластичності капіталу змінюються в протифазі, причому останній на деяких інтервалах набуває негативних значень. Для пояснення отриманих результатів з точки зору еволюційної концепції було зроблено припущення про те, що на тих інтервалах, де ВФКД не в змозі адекватно описати економічну ситуацію, відбувається зміна макротехнологій, коли кардинально змінюється співвідношення між витратами капіталу і трудових ресурсів (етап поступового розвитку змінюється етапом радикальних якісних змін).

Експериментальні результати з високим рівнем достовірності підтвердили припущення моделі про виникнення і динаміку МГ:

1) МГ з'являються в межах максимуму своїх попередників і проходять ембріональну фазу, фази росту, насичення і спаду;

2) на відрізках, де еластичність капіталу набуває негативних значень, відбувається зміна МГ, у фазі росту МГ насичується капіталом;

3) потужність МГ з часом зростає, а інтервали між їх появою і тривалість скорочуються.

Апробація моделі на статистичних даних різних країн показала, що в США і країнах західної Європи моменти зародження МГ дуже близькі, у той час як у країнах постсоціалістичного простору спостерігається деяке запізнювання останніх МГ (при істотному потенціалі перших). Крім того, потужність МГ США і країн Західної Європи з часом зростає, у той час як зміна суспільного устрою негативно відбилася на МГ, що зародилися в цей період у постсоціалістичних країнах.

При цьому якщо частина з них змогла успішно подолати кризу, в Україні спостерігається подальше зниження техніко-економічного потенціалу і відставання в переході до інформаційної економіки.

Література:

1. Fixed Assets and Durable goods [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.bea.gov/Index.htm> U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis

2. GPU Agents [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.me.mtu.edu/~rmdsouza/ABM_GPU.html

3. Gross Domestic Product in Current and Chained Dollars [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.census.gov/compendia/statab/2013/tables/11s0666.xls>

4. Labor Force Statistics from the Current Population Survey, Bureau of labor statistics [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://data.bls.gov/cgi-bin/surveymost>

5. The International Macroeconomic Data Set [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ers.usda.gov/data-products/international-macroeconomic-data-set.aspx>

6. Глазьев С.Ю. Обучение рынка. — М.: Экономика, 2004.

7. Кононова К.Ю. Моделирование динамики макрогенераций // Бизнес-информ. — 2012. — № 4. — С. 38—41.

8. Маевский В.И. Введение в эволюционную макроэкономику. — М.: Япония сегодня, 2008.

9. Сахал Д. Технический прогресс: концепции, модели, оценки. — М.: Финансы и статистика, 1985

10. Шумпетер Й. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия. — М.: ЭКСМО, 2007.

References:

1. Bureau of Economic Analysis (2016), "Fixed Assets and Durable goods", available at: <http://www.bea.gov/Index.htm> (Accessed 20 July 2016).

2. Manufacturing Computations Lab (2016), "GPU Agents", available at: http://www.me.mtu.edu/~rmdsouza/ABM_GPU.html (Accessed 20 July 2016).

3. United States Census Bureau (2011), "Gross Domestic Product in Current and Chained Dollars", available at: <http://www.census.gov/compendia/statab/2011/tables/11s0666.xls> (Accessed 20 July 2016).

4. Bureau of labor statistics (2016), "Labor Force Statistics from the Current Population Survey", available at: <http://data.bls.gov/cgi-bin/surveymost> (Accessed 20 July 2016).

5. United States Department of Agriculture (2016), "The International Macroeconomic Data Set", available at: <http://www.ers.usda.gov/data-products/international-macroeconomic-data-set.aspx>

6. Glaziev S. (2004), Obuchenie rynku [Study market], Economics, Moscow, Russia.

7. Kononova K. (2012), "Modeling of macrogenerations dynamics", Biznes inform, №4, pp. 38—41.

8. Majeovski V. (2008), Vvedenie v jevoljucionnuju makroekonomiku [Introduction to evolutionary macroeconomics], Japan today, Moscow, Russia.

9. Sahal D. (1985), Tehnicheskij progress: koncepcii, modeli, ocenki [Technological progress: concepts, models, evaluation], Finance and statistics, Moscow, Russia.

10. Schumpeter J. (2007), Teorija jekonomicheskogo razvitija. Kapitalizm, socializm i demokratija [The Theory of Economic Development. Capitalism, Socialism and Democracy], Eksmo, Moscow, Russia.

Стаття надійшла до редакції 22.07.2016 р.