

# МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 330.55

## МОНІТОРИНГ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НА ОСНОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ НЕСТАЦІОНАРНОЇ ДИНАМІКИ В КОНТЕКСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ ДЕРЖАВИ

© 2016 БРІЛЬ М. С.

УДК 330.55

Бріль М. С.

### Моніторинг макроекономічних показників на основі дослідження їх нестационарної динаміки в контексті реалізації стратегії сталого соціально-економічного розвитку держави

Пропонується застосування сучасного інструментарію моніторингу макроекономічних показників та дослідження їх нестационарної динаміки в контексті реалізації стратегії сталого соціально-економічного розвитку держави на основі інструментарію фазового та коінтеграційного аналізу, що дозволяє отримати комплексну інтегративну оцінку та провести аналіз стійкості макроекономічної динаміки України в умовах посилення глобалізаційних трансформацій у динаміці територіального розвитку, які відбуваються в умовах світових кризових процесів і посилення нелінійних взаємозв'язків у процесів, що в них протікають. Отже, це вимагає вдосконалення інструментарію управління на всіх рівнях ієрархії та якісної оцінки макроекономічних індикаторів, динаміки їх поведінки та причинно-наслідкових зв'язків. Впровадження інструментарію дослідження динаміки взаємодії основних макроекономічних індикаторів на основі запропонованої методики моніторингу нестационарних динамічних процесів дозволить визначити стратегію стабілізації і подальший розвиток економіки держави, якісний стан якої визначається тісним нелінійним асинхронним взаємозв'язком основних макроекономічних індикаторів, що характеризують реальний стан соціально-економічної системи в поточний період та отримати адекватні прогнози розвитку ситуацій у майбутньому.

**Ключові слова:** індикатори, моніторинг, макроекономічні показники, коінтеграційний аналіз, фазовий аналіз, динаміка.

**Рис.:** 5. **Табл.:** 3. **Бібл.:** 10.

**Бріль Михайло Сергійович** - кандидат економічних наук, доцент, кафедра політичної економії, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця (пр. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

**E-mail:** sup100.69@mail.ru

УДК 330.55

UDC 330.55

### Бріль М. С. Мониторинг макроекономических показателей на основе исследования их нестационарной динамики в контексте реализации стратегии устойчивого социально-экономического развития государства

Предложено применение современного инструментария мониторинга макроекономических показателей и исследование их нестационарной динамики в контексте реализации стратегии устойчивого социально-экономического развития государства на основе инструментария фазового и коинтеграционного анализа, что позволяет получить комплексную интегративную оценку и провести анализ устойчивости макроекономической динамики Украины в условиях усиления глобализационных трансформаций в динамике территориального развития в условиях мировых кризисных процессов и усиления характерных нелинейных взаимосвязей. Следовательно, это требует совершенствования инструментария управления на всех уровнях иерархии и качественной оценки макроекономических индикаторов, динамики их поведения и причинно-следственных связей. Внедрение инструментария исследования динамики взаимопричинности основных макроекономических индикаторов на основе предлагаемой методики мониторинга нестационарных динамических процессов позволит определить стратегию стабилизации и дальнейшее развитие экономики государства, качественное состояние которых определяется тесной нелинейной асинхронной взаимосвязью основных макроекономических индикаторов, характеризующих реальное состояние социально-экономической системы в настоящий период и получить адекватные прогнозы развития ситуации в будущем.

### Bril M. S. The Monitoring of Macroeconomic Indicators Based on Studying their Non-Stationary Dynamics in the Context of Implementing the Strategy of Sustainable Socio-Economic Development of the State

The article suggests the application of modern tools for monitoring macroeconomic indicators and studying their non-stationary dynamics in the context of implementing the strategy of sustainable socio-economic development of the state on the basis of tools of the phase and cointegration analysis. This allows providing a comprehensive integrative assessment and conducting a sustainability analysis of the macroeconomic dynamics of Ukraine at the increasing globalization transformations in dynamics of territorial development under conditions of the global crisis processes and strengthening of nonlinear relationships and processes proceeding in them. Therefore, it requires improvement of management tools at all levels of the hierarchy and a qualitative assessment of macroeconomic indicators, dynamics of their behavior and causal relationships. The introduction of tools for studying the dynamics of interrelations of basic macroeconomic indicators on the basis of the proposed methodology for monitoring non-stationary dynamic processes will allow defining the strategy of stabilization and further development of the national economy, the qualitative state of which is determined by non-linear asynchronous close relationship of basic macroeconomic indicators characterizing the real current state of social and economic system, and receiving adequate forecasts of the situation development in the future.

**Keywords:** indicators, monitoring, macroeconomic indicators, cointegration analysis, phase analysis, dynamics.

**Ключевые слова:** индикаторы, мониторинг, макроэкономические показатели, коинтеграционный анализ, фазовый анализ, динамика.

**Рис.: 5. Табл.: 3. Библ.: 10.**

**Бриль Михаил Сергеевич** – кандидат экономических наук, доцент, кафедра политической экономии, Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнецца (пр. Науки, 9а, Харьков, 61166, Украина)

**E-mail:** sup100.69@mail.ru

**Вступ.** Розробка та реалізація дієвої стратегії динамічного та стійкого соціально-економічного зростання посідає важливе місце серед головних чинників ефективного управління економікою держави [1]. Тому виникає потреба у розробці та реалізації стратегії соціально-економічного розвитку за умов належного контролю та оцінки, яка у перспективі підвищить ефективність стратегічного управління економікою держави та приведе до економічного зростання на основі сучасних інструментаріїв моделювання та управління. Стратегія сталого розвитку – це процес, який полягає у забезпеченні економічної та соціальної стабільності та спрямований на досягнення такого стану системи, який може зберігатися тривалий час за допомогою властивих і регулюючих засобів [1]. Процес розробки та реалізації стратегії сталого соціально-економічного розвитку держави можна показати у вигляді взаємопов'язаних етапів, кожен із яких реалізує свої цілі і комплекс задач із урахуванням усієї сукупності соціально-економічних відносин на державному та регіональному рівнях управління (рис. 1). Таким чином, в основу механізму формування та реалізації стратегії соціально-економічного розвитку держави має бути покладений принцип системної інтеграції, оскільки в його основі – циклічний процес планування на принципах управління заходами в напрямі досягнення цілей за допомогою моніторингу; повторювані цикли аналізу прийняття рішень, планування та впровадження завдань із конкретними цілями та визначеним терміном їх вирішення; постійний моніторинг та оцінка досягнення цілей за змістом стратегії та обраними заходами; сприяння координації дій виконавців стратегії із застосуванням моніторингу, аналізу та наявністю джерел фінансування певних заходів [3; 5].

Сукупність принципів поведінки, тобто вимог до стратегічного аналізу, визначається довгостроковими цілями розвитку економіки держави. В умовах високої турбулентності («вихрового» характеру змін), все більш жорсткої мегаконкуренції та транзитивного характеру розвитку економіки України пріоритетним є верхній ієрархічний рівень стратегічного моніторингу [4]. Сукупність вимог до стратегічного моніторингу макроекономічних показників соціально-економічного розвитку подано на рис. 2.

Оскільки моніторинг значущих макроекономічних показників, динаміка яких є ключовою при розробці та реалізації стратегії сталого соціально-економічного розвитку держави в контексті стратегічного управління, є складним багатогранним процесом, то для оцінки, аналізу та прогнозування їх стану в літературі використовується широкий інструментарій формалізованих і неформалізованих методів, в основі яких: визначення

**Fig.: 5. Tabl.: 3. Bibl.: 10.**

**Bril Mykhailo S.** – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Department of Political Economy, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economic (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

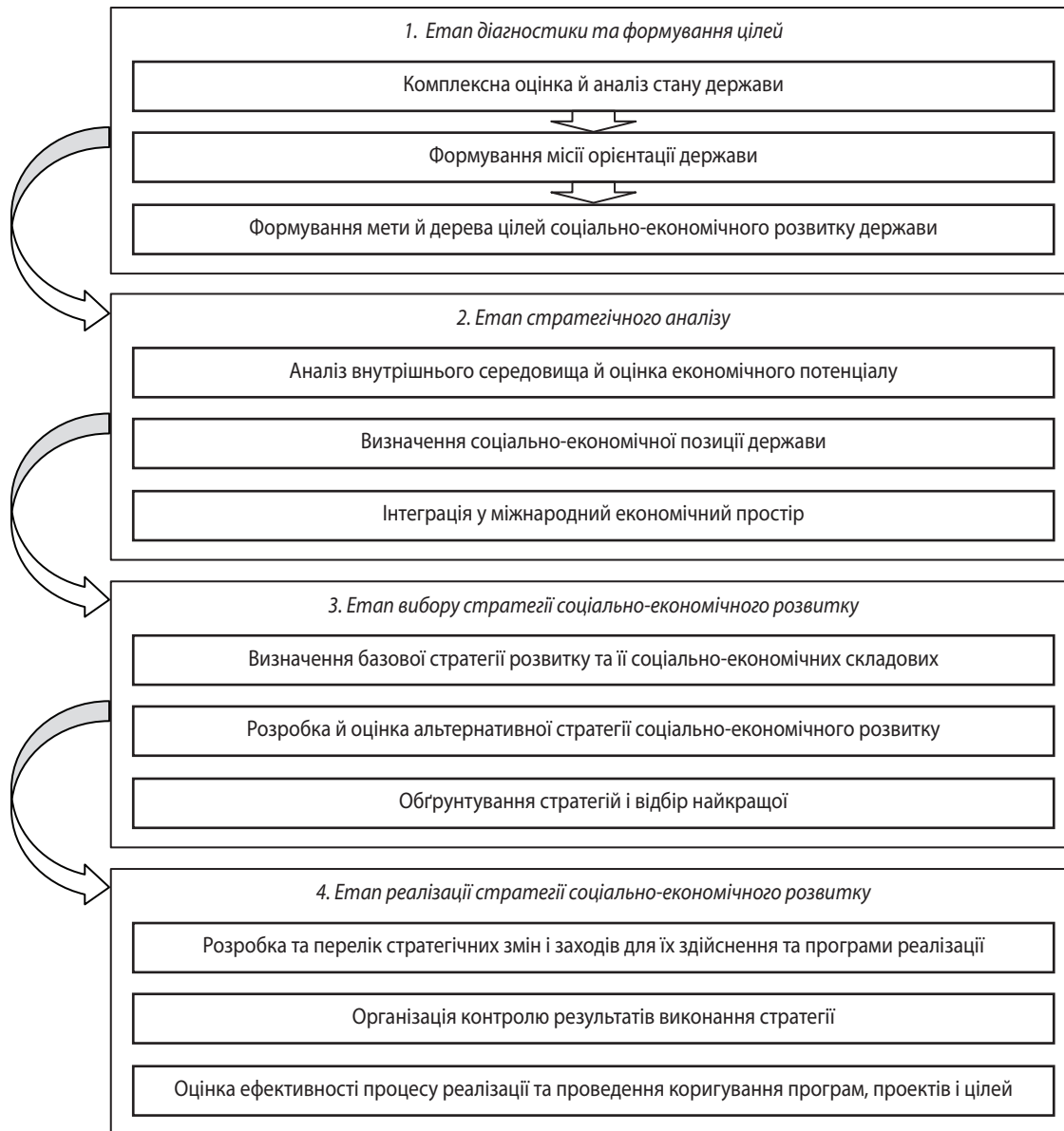
**E-mail:** sup100.69@mail.ru

інтегральних показників рівня безпеки у просторово-часовому розрізі на основі використання сукупності різних індикаторів із їх пороговими й оптимальними значеннями [5]. Однак посилення глобалізаційних трансформацій у динаміці територіального розвитку відбувається в умовах світових кризових процесів і посилення нелінійних взаємозв'язків та процесів, що в них протікають. Отже, це вимагає вдосконалення інструментарію управління на всіх рівнях ієрархії та якісної оцінки макроекономічних індикаторів, динаміки їх поведінки та причинно-наслідкових зв'язків.

Для удосконалення процедури моніторингу макроекономічних показників у контексті реалізації стратегії сталого соціально-економічного розвитку держави на основі дослідження їх нестационарної динаміки в роботі пропонується використання сучасного інструментарію динамічних методів аналізу – теорії коінтеграційного та фазового аналізу [2; 6; 8].

Методологія пропонованого інструментарію дозволяє будувати доступні для огляду моделі процесів із урахуванням передкризових і кризових явищ. При цьому з передкризовими явищами зв'язується ускладнення характеру динамічного процесу (наприклад, наближення параметра системи до точки біфуркації, поява складних полігармонічних рішень – осциляцій), а з кризовими – якісні зміни у характері руху (втрата стійкості, біфуркації, перехід до динамічного хаосу). Ці підходи доводять свою застосовність, з їх допомогою досліджуються динамічні режими і, можливо, не тільки якісне, а й кількісне визначення параметрів системи, за яких можуть відбуватися передкризові і кризові явища [9]. Вибір цього математичного інструментарію для дослідження динаміки часових рядів і оцінки взаємозв'язку макроекономічних індикаторів обумовлений такими особливостями цього інструментарію:

- 1) коінтеграційний аналіз [6] заснований на відображенні концепції довгострокового взаємозв'язку між нестационарними змінними. Пропонована методологія дозволяє: виявити довгостроковий взаємозв'язок у нестационарних часових рядах; є зручним інструментом коротко- та середньострокового прогнозування окремих часових рядів; дозволяє включати і досліджувати взаємодоповнюючі зв'язки між показниками та їх лаговими значеннями; дозволяє досконало описати і проінтерпретувати взаємозв'язки між змінними та їх відхиленням від рівноважного стану; оцінити ступінь стабільності розвитку системи;
- 2) методологія фазового аналізу [8; 9] дозволяє визначити стани рівноваги, яких може бути декілька,



**Рис. 1. Етапи розробки та реалізації стратегії сталого соціально-економічного розвитку держави в контексті стратегічного управління**

і оцінити стійкість або нестійкість відповідного в цій точці стану рівноваги і його тип, та полягає у побудові фазового портрета системи як методу зображення динамічного процесу та подальшого аналізу цього портрета, що дає можливість за виглядом фазових траєкторій наочно уявити всю сукупність рухів, які виникають у системі за різних початкових умов.

У роботі комплексний моніторинг дослідження динаміки макроекономічних індикаторів проведений за такими показниками: динаміка ВВП (*VVP*), динаміка інвестицій (*INVEST*), динаміка обсягів промислового виробництва (*VPROD*), динаміка обсягів імпорту (*IMPORT*), агрегат МЗ (*M3*), динаміка обсягів будівельних робіт (*VBUD*), заробітна плата (*ZARPLATA*), динаміка коефіцієнта міграції (*KOEF\_MIGR*) та природного приросту населення (*EST\_PRIROST*) за офіційними даними державної статистики України [10].

Моніторинг дослідження рівня довгострокового взаємозв'язку макроекономічних індикаторів економіки України на основі коінтеграційного аналізу здійснено в роботі за такою схемою, яку наведено на рис. 3. Загальний вид моделі коінтеграції для двох змінних можна навести в такому вигляді [6]:

$$\Delta Y_{1t} = a_{10} + \sum_{i=1}^k a_{11}(i) \Delta Y_{1,t-i} + \sum_{i=0}^k a_{12}(i) \Delta Y_{2,t-i} - \lambda_1 \hat{u}_{1,t-1} + \varepsilon_{1t},$$

$$\Delta Y_{2t} = a_{20} + \sum_{i=0}^k a_{21}(i) \Delta Y_{1,t-i} + \sum_{i=1}^k a_{22}(i) \Delta Y_{2,t-i} - \lambda_2 \hat{u}_{2,t-1} + \varepsilon_{2t},$$

де  $\hat{u}_{1,t-1} = Y_{1,t-1} - \gamma_0 - \gamma_1 Y_{2,t-1}$  – рівняння довгострокової рівноваги (коінтеграційне рівняння), нормоване за першою змінною;

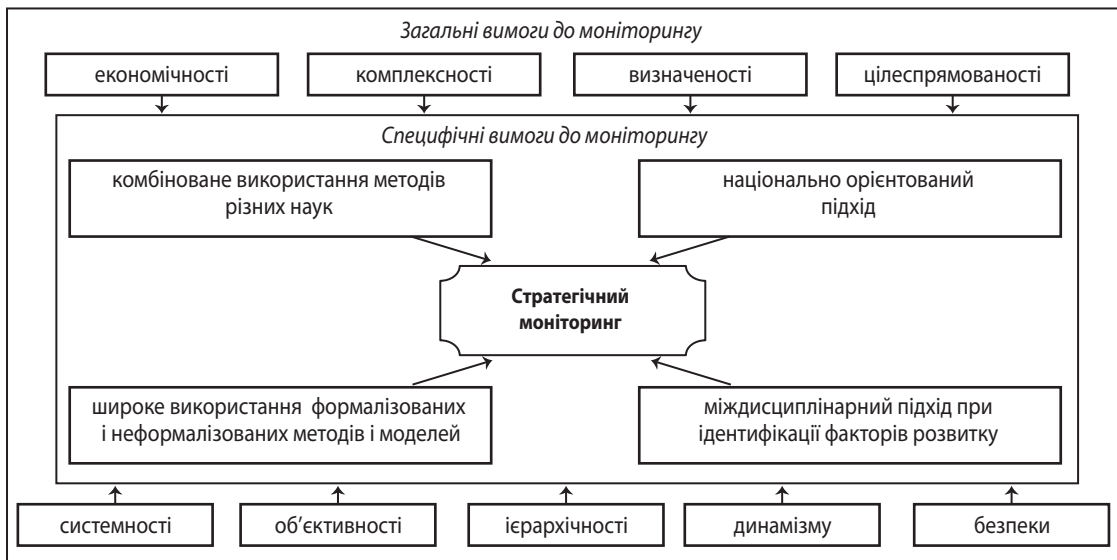


Рис. 2. Вимоги до стратегічного моніторингу макроекономічних показників

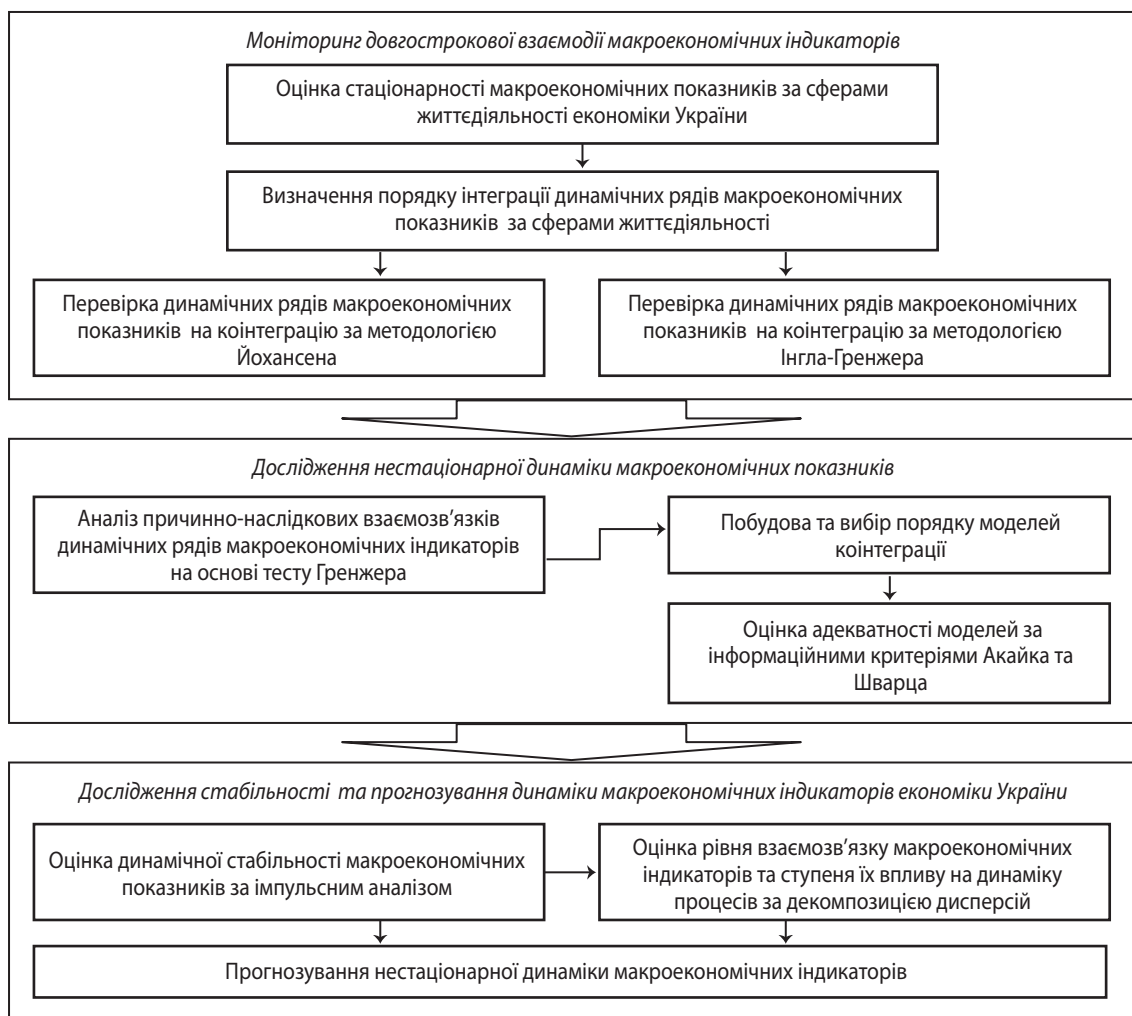


Рис. 3. Моніторинг макроекономічних індикаторів на основі коінтеграційного аналізу

$\hat{u}_{2,t-1} = Y_{2,t-1} - \gamma_0' - \gamma_1' Y_{1,t-1}$  – рівняння довгострокової рівноваги (коінтеграційне рівняння), нормоване за другою змінною;

$\hat{u}_{1,t-1}, \hat{u}_{2,t-1}$  – відхилення від довгострокової рівноваги. Довгострокова рівновага досягається, якщо  $Y_{1,t-1} = \gamma_0 + \gamma_1 Y_{2,t-1}$ .

Випадкові величини (обурення)  $\varepsilon_{1t}$  і  $\varepsilon_{2t}$  є білим шумом, при цьому вони можуть корелювати між собою.

Для динамічно стабільної моделі необхідно виконання таких умов:  $0 \leq \lambda_1 < 1$ ,  $0 \leq \lambda_2 < 1$ . Коефіцієнти  $\lambda_1, \lambda_2$  відображають швидкість пристосування [6]. Коінтеграційні рівняння, що відображують адекватний взаємозв'язок між ключовими макроекономічними індикаторами економіки України, наведено в табл. 1.

У табл. 2. наведено коефіцієнти швидкості пристосування (стабільності) досліджуваних пар індикаторів. Якщо абсолютне значення коефіцієнтів більше одиниці, то система має «вибуховий характер». Якщо коефіцієнт негативний і більше мінус одиниці – система не повертається в рівноважний стан (цей випадок характеризує наявність множини рівноважних станів).

Для досліджуваних пар коінтеграційних довгострокових залежностей макроекономічних індикаторів коефіцієнти стабільності свідчать про наявність вибухових ефектів у системі та наявність множини рівноважних станів, що також підтверджується аналізом функції імпульсних відгуків і декомпозицією дисперсії. Функція імпульсних відгуків (Impulse responses function – IRF) відображає явну динаміку зміни всіх змінних усередині системи у відповідь на зміну в одне середньоквадратич-

Таблиця 1

Коінтеграційні рівняння взаємозв'язку пар макроекономічних показників

Рівняння, що тестуються	Вид коінтеграційного рівняння
VVP-Vprod	$\begin{cases} D(VVP) = -0.266 * (VVP(-1)) - 1.264 * VPROD(-1) - 191.688 * (@TREND(1)) + 17105.459 \\ D(VPROD) = 0.616 * (VVP(-1)) - 1.264 * VPROD(-1) - 191.688 * (@TREND(1)) + 17105.459 \end{cases}$
Import-VVP	$\begin{cases} D(IMPORT) = -0.360(IMPORT(-1)) - 0.052 * VVP(-1) - 6659.71 \\ D(VVP) = -3.89675247 * (IMPORT(-1)) - 0.052 * VVP(-1) - 6659.71 \end{cases}$
Import- Vbud	$\begin{cases} D(IMPORT) = -0.514 * (IMPORT(-1)) - 1.360 * VBUD(-1) - 62.783 * (@TREND(1)) + 5419.65 \\ D(VBUD) = 0.447 * (IMPORT(-1)) - 1.360 * VBUD(-1) - 62.784 * (@TREND(1)) + 5419.65 \end{cases}$
zarplata-Vprod	$\begin{cases} D(ZARPLATA) = 0.007 * (ZARPLATA(-1)) - 0.003 * VPROD(-1) - 6.621 * (@TREND(1)) - 20.847 \\ D(VPROD) = 139.743 * (ZARPLATA(-1)) - 0.003 * VPROD(-1) - 6.621 * (@TREND(1)) - 20.847 \end{cases}$
Vprod - VVP	$\begin{cases} D(VPROD) = -0.778 * (VPROD(-1)) - 0.790 * VVP(-1) + 151.624 * (@TREND(1)) - 13530.353 \\ D(VVP) = 0.331 * (VPROD(-1)) - 0.790 * VVP(-1) + 151.624 * (@TREND(1)) - 13530.353 \end{cases}$
Vbud -import	$\begin{cases} D(IMPORT) = -0.514 * (IMPORT(-1)) - 1.360 * VBUD(-1) - 62.783 * (@TREND(1)) + 5419.65 \\ D(VBUD) = 0.447 * (IMPORT(-1)) - 1.360 * VBUD(-1) - 62.784 * (@TREND(1)) + 5419.65 \end{cases}$
Vbud - Vprod	$\begin{cases} D(VBUD) = -0.450 * (VBUD(-1)) + 0.005 * VPROD(-1) - 202.709 * (@TREND(1)) - 7979.327 \\ D(VPROD) = -0.731 * (VBUD(-1)) + 0.005 * VPROD(-1) - 202.709 * (@TREND(1)) - 7979.327 \end{cases}$
Est_prirost -koef_migr	$\begin{cases} D(EST\_PRIROST) = -0.564 * (EST\_PRIROST(-1)) + 0.922 * KOEF\_MIGR(-1) - 1141.605 * (@TREND(1)) + 231547.712 \\ D(KOEF\_MIGR) = -0.006 * (EST\_PRIROST(-1)) + 0.922 * KOEF\_MIGR(-1) - 1141.605 * (@TREND(1)) + 231547.712 \end{cases}$

Таблиця 2

Коефіцієнти швидкості пристосування (стабільності) макроекономічних індикаторів

Рівняння взаємозв'язку	Коефіцієнти стабільності
VVP-Vprod	$\lambda_1 = -0,266; \lambda_2 = 0,616$
Import-VVP	$\lambda_1 = -0,36; \lambda_2 = 0,447$
Import- Vbud	$\lambda_1 = -0,514$
Zarplata-Vprod	$\lambda_1 = -0,007; \lambda_2 = 139,743$
Est_prirost -koef_migr	$\lambda_1 = -0,564; \lambda_2 = -0,006$

не відхилення однієї з них. Аналіз декомпозиції дисперсій (Variance decomposition) характеризує відносну важливість факторів впливу на динаміку зміни (дисперсію) конкретної змінної системи [6]. Фрагмент результатів побудови функцій імпульсних відгуків та декомпозиції дисперсії для відповідних пар макроекономічних показників наведено в табл. 3.

Отже, використання коінтеграційного аналізу у дослідженні взаємозв'язку макроекономічних індикаторів є ефективним інструментом моніторингу нестационарної динаміки розвитку, оскільки дозволяє виявити і прогнозу-

вати нестабільні турбулентні процеси, характер їх перебігу та взаємозв'язок траєкторій їх поведінки, що є основою для формування комплексу управлінських програм для різних часових горизонтів.

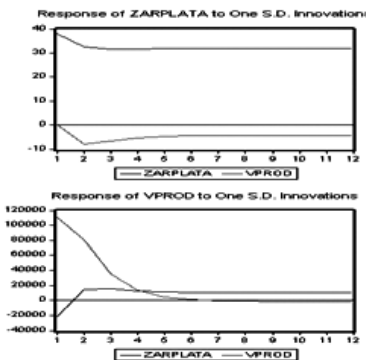
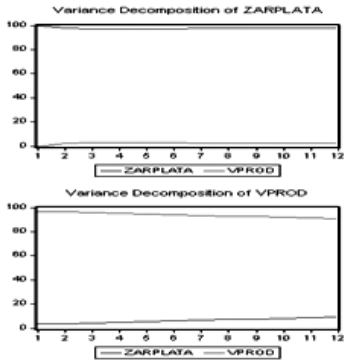
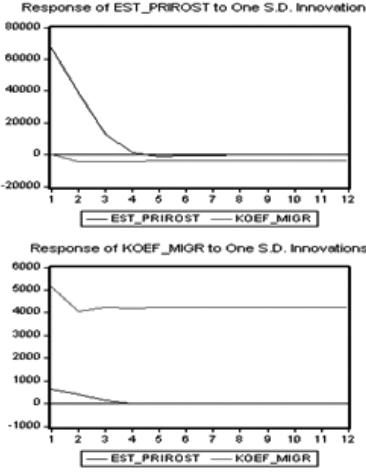
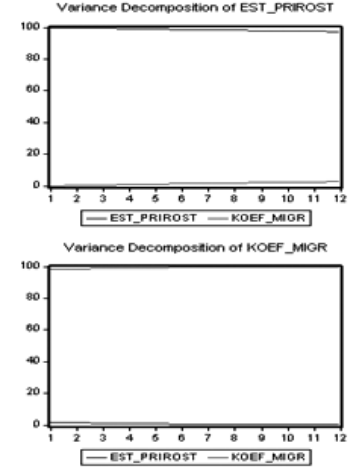
Моніторинг стійкості макроекономічних індикаторів і дослідження рівноважних станів на основі пропонованого методу фазової площини [8] здійснено в роботі за таким алгоритмом (рис. 4). На основі економетричного інструментарію та коінтеграційного аналізу побудовано моделі оцінки взаємовпливу макроекономічних індикаторів у такому вигляді:

Таблиця 3

Результати побудови функцій імпульсних відгуків і декомпозиції дисперсії для відповідних пар макроекономічних показників

Рівняння, що тестуються	Функція імпульсних відгуків	Декомпозиція дисперсій
1	2	3
<i>VVP - Vprod</i>		
Висновки за графіком	Показник <i>VVP</i> як у короткостроковому періоді, так і в довгостроковому на шок у значенні показника <i>VPROD</i> відповідає спадаючою тенденцією на перших 3 періодах, далі стабілізується. Показник <i>VPROD</i> діє у протилежному напрямку: у короткостроковому періоді (2 періоди) зростає, потім стабілізується	Показник <i>VVP</i> як у короткостроковому, так у довгостроковому періоді визначається на 100 % лише своїми попередніми даними. При одиничному шоківому імпульсі <i>VPROD</i> показник <i>VVP</i> на другому періоді визначається <i>VPROD</i> на 50 %
<i>Import - VVP</i>		
Висновки за графіком	Показник <i>IMPORT</i> у короткостроковому періоді на шок в значенні показника <i>VVP</i> відповідає різкою тенденцією до зростання, у 3 періоді спадає, далі стабілізується, але система не повертається до початкового стану рівноваги. Показник <i>VVP</i> діє у протилежному напрямку: у короткостроковому періоді має плавну спадаючу тенденцію, яка у подальшому стабілізується, але система не повертається до початкового стану рівноваги	Показник <i>IMPORT</i> у короткостроковому періоді визначає і себе, і показник <i>VVP</i> на 50 %. У довгостроковому періоді обидва показники на 80 % та 20 % відповідно визначаються за показником <i>IMPORT</i>

Закінчення табл. 3

1	2	3
<p>Zarplata -Vprod</p>		
<p>Висновки за графіком</p>	<p>Показник ZARPLATA в короткостроковому періоді на шок із боку VPROD відповідає спадаючою функцією до 2 періоду, а в довгостроковому відповідає стабілізацією системи. Показник VPROD діє у тому ж напрямку, але має менші відхилення від початкового стану рівноваги</p>	<p>Показник ZARPLATA і у короткостроковому, і у довгостроковому періоді, отримавши одиничний шоківий імпульс, не піддається впливу інших факторів. На 98 % ZARPLATA визначається попередніми значеннями, лише на 2 % визначається значеннями VPROD</p>
<p>Est_prirost – koef_migr</p>		
<p>Висновки за графіком</p>	<p>Показник EST_PRIROST у короткостроковому періоді на шок у значенні показника KOEF_MIGR відповідає різким спадом, у 4 періоді система стабілізується та приходить до початкового стану системи. Показник KOEF_MIGR відповідає незначними відхиленнями від початкового стану системи, на шок у значенні показника EST_PRIROST у короткостроковому періоді спадає, після цього стабілізується система, але не приходить до початкового стану</p>	<p>Показники EST_PRIROST та KOEF_MIGR у короткостроковому періоді визначаються своєю попередньою динамікою на 98 %</p>

- модель, що апроксимує взаємозв'язок інвестицій (INVEST) та ВВП (VVP);
- модель взаємозв'язку ВВП (VVP) та динаміки обсягів промислового виробництва (VPROD);
- модель взаємозв'язку динаміки ВВП (VVP) та обсягів імпорту (IMPORT);
- модель взаємозв'язку динаміки заробітної плати (ZARPLATA) та обсягів промислового виробництва (VPROD);
- модель, що апроксимує взаємозв'язок міграції (KOEFG\_MIGR) та природного приросту населення (EST\_PRIROST).

Еволюцію динамічної системи можна спостерігати у просторі станів – фазовому просторі. У цьому абстрактному просторі координатами є величини, що характеризують стан системи – певну фазу системи, тобто фазовий простір – це графік, який будується на основі системи диференціальних рівнянь і показує всі можливі стани системи [2; 7]. Система диференціальних рівнянь другого порядку для опису взаємозв'язків між двома виділеними макроекономічними індикаторами має такий вигляд [2; 7]:

$$\begin{cases} \dot{x} = P(x, y) \\ \dot{y} = Q(x, y) \end{cases}$$

Для цієї системи існує точка  $M$  з певними координатами,  $M(x_0, y_0)$  – стан рівноваги, а саме:

$$P(x_0, y_0) = Q(x_0, y_0) = 0$$

Корені цього рівняння визначають рівноважні значення координати  $x$ . Характеристичне рівняння має такий вигляд:

$$\begin{vmatrix} P'_x(x_0, y_0) - \lambda & P'_y(x_0, y_0) \\ Q'_x(x_0, y_0) & Q'_y(x_0, y_0) - \lambda \end{vmatrix} = \lambda^2 - \sigma\lambda + \Delta = 0;$$

$$\Delta(x_0, y_0) = \begin{vmatrix} P'_x(x_0, y_0) & P'_y(x_0, y_0) \\ Q'_x(x_0, y_0) & Q'_y(x_0, y_0) \end{vmatrix};$$

$$\sigma = P'_x(x_0, y_0) + Q'_y(x_0, y_0),$$

де  $\lambda_1, \lambda_2$  – корені рівняння.

Точки  $\lambda_1, \lambda_2$  є особливими точками диференціально-го рівняння, всі інші точки фазової площини є регулярними, через будь-яку регулярну точку проходить лише одна фазова траєкторія. Нелінійна система може мати кілька станів рівноваги, число цих станів дорівнює числу дійсних коренів відповідного рівняння системи [2; 7].

Отже, реальному процесу відповідає динамічна система, коли цей процес для певних, заздалегідь обумовлених наближень можна описати рівнянням або системою рівнянь (диференціальних, різницевих, інтегральних), і які допускають існування єдиного рішення на нескінченному інтервалі часу за будь-яких початкових умов [9]. Ці рівняння описують детерміновані процеси, для яких весь їхній майбутній стан і все минуле однозначно визначається станом у цей період. За результатами фазового аналізу виділені такі типи точок рівноваги розглянутих систем рівнянь досліджуваних макроекономічних індикаторів, для яких характерні такі особливості:

- центр – відповідає стійкому стану рівноваги, траєкторії є замкнутими і відповідають періодичним рухам біля положення рівноваги;
- стійкий фокус – траєкторії сходяться до положення рівноваги, реалізуються затухаючі коливання;
- нестійкий фокус – траєкторії віддаляються від положення рівноваги, рух має характер коливань із амплітудою;
- нестійкий вузол – траєкторії віддаляються від положення рівноваги, рух має аперіодичний характер.

На рис. 5 наведено фазові портрети адекватних моделей взаємодії макроекономічних індикаторів.

Аналіз побудованих моделей взаємодії макроекономічних індикаторів і їх фазових траєкторій дозволяє дійти висновку, що на цьому етапі розвитку економіки України спостерігається нестационарна та нестійка динаміка, траєкторії мають коливальний періодичний або аперіодичний характер, отже, недостатня стабільність системи веде до посилення негативного впливу факторів зовнішнього середовища, які з часом можуть здійснити на неї все більш сильний вплив, що може призвести до катастрофічних наслідків. Урахування нелінійних ефектів у моделях економічної динаміки дозволяє аналізувати закономірності розвитку реальних соціально-економічних процесів у складних умовах, що обумовлюють

методології моніторингу є сукупність моделей коінтеграційного і фазового аналізу макроекономічних індикаторів в економіці України, їх взаємозв'язку та взаємовпливу, що дозволяє отримати достовірні результати для кількісного та якісного аналізу факторів стійкості розвитку, що визначають особливості в розвитку трансформаційних і перехідних процесів.

Впровадження інструментарію дослідження динаміки взаємодії основних макроекономічних індикаторів на основі запропонованої методики моніторингу нестационарних динамічних процесів дозволить визначити стратегію стабілізації і подальший розвиток економіки держави, якісний стан якої визначається тісним нелінійним асинхронним взаємозв'язком основних макроекономічних індикаторів, що характеризують реальний стан соціально-економічної системи в поточний період та отримати адекватні прогнози.

Подальші дослідження в напрямі розробки та застосування адекватного інструментарію моніторингу макроекономічних показників на основі дослідження їх нестационарної динаміки в контексті реалізації стратегії сталого соціально-економічного розвитку держави передбачають застосування теорії біфуркацій, що являє собою дослідницький інструментарій вивчення нестійкості систем різного рівня ієрархії для дослідження механізмів перехідних процесів як на стадії порушення стійкості (біфуркації і кризи), так і для визначення нового стійкого стану з урахуванням визначеного ступеня впливу на окремі індикатори соціально-економічного розвитку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про Стратегію національної безпеки України [Електронний ресурс] : Указ Президента України щодо рішення Ради національної безпеки і оборони України від 06.05.2015 № 287/2015. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/287/2015/para7#n7>
2. Агапова Т. М. Динамические системы в экономике / Т. Агапова, Д. Бехренс, Д. Курран. – Донецк : Изд-во ДонГУ, 2000. – 140 с.
3. Кизим Н. А. Система раннего распознавания патологических процессов в реальном секторе экономики / Н. А. Кизим, П. В. Проноза, О. Ю. Полякова // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2014. – № 1 (93). – С. 110–120.
4. Клебанова Т. С. Анализ резонансных явлений в циклической динамике макроэкономических индикаторов / Т. С. Клебанова, Л. С. Гурьянова, Е. А. Сергиенко // Материалы III МНПІК «Анализ, моделирование и прогнозирование экономических процессов» Волгоград. гос. ун-т, Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж: ИД ЦНТИ, 2011. – С. 82–87.
5. Лаврів Л. Оцінювання методичного забезпечення стратегічного планування в Україні / Л. Лаврів // Наука молоді. – 2008. – № 9. – С. 39–42.
6. Лук'яненко І. Г. Сучасні економетричні методи у фінансах : навч. посібник / І. Г. Лук'яненко, Ю. О. Городніченко. – К. : Літера ЛТД, 2002. – 352 с.
7. Моделирование экономической динамики : учеб. пособие / Т. С. Клебанова, Н. А. Дубровина, О. Ю. Полякова и др. – Харьков : ИД «ИНЖЭК», 2004. – 244 с.



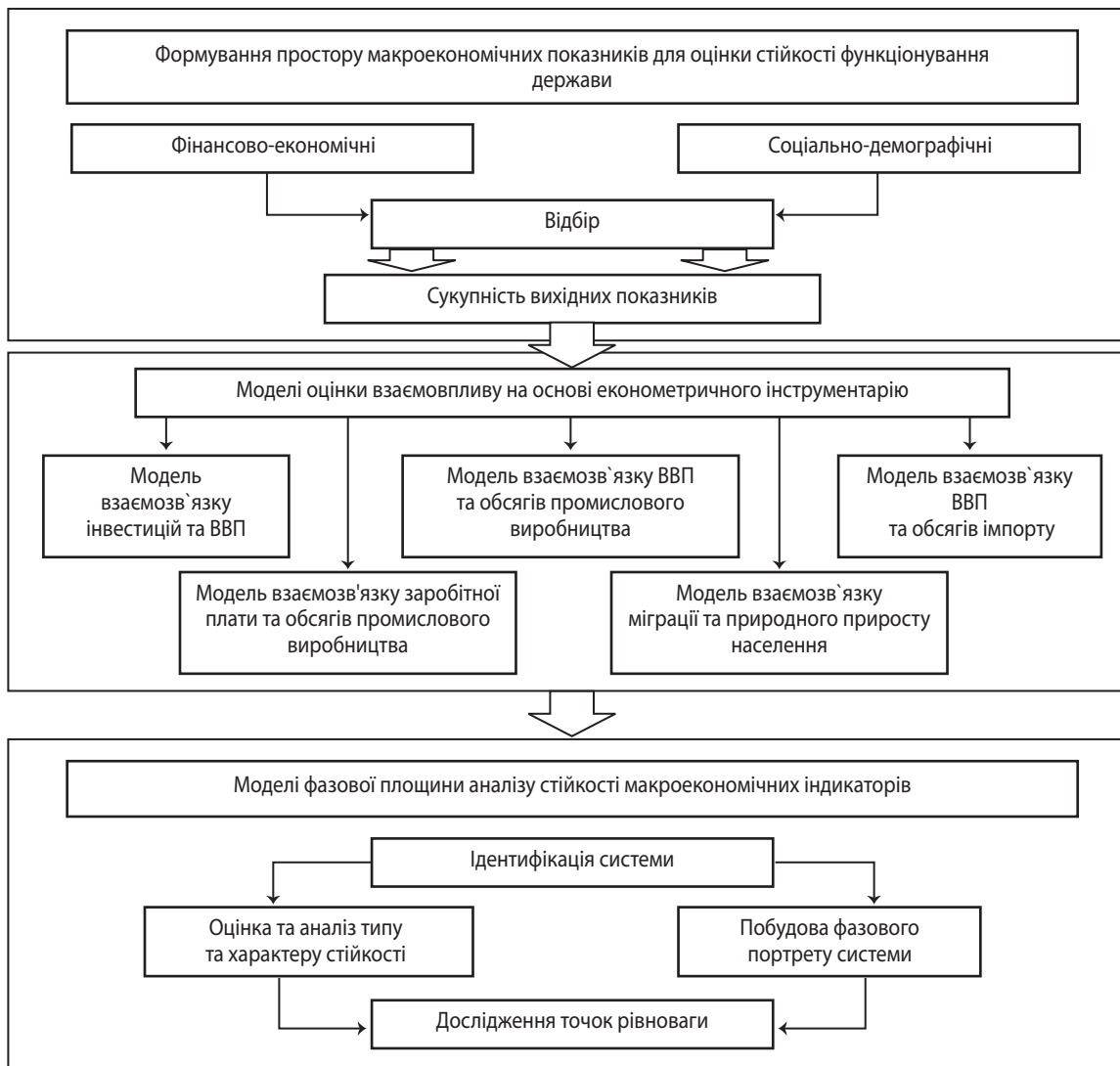


Рис. 4. Моніторинг макроекономічних індикаторів на основі фазового аналізу

8. Петров Л. Ф. Методы динамического анализа экономики : учеб. пособие / Л. Ф. Петров. – М. : ИНФРА–М, 2010. – 239 с.

9. Сергиенко Е. А. Модели фазовой плоскости исследования динамики индикаторов территориального развития / Е. А. Сергиенко // Конкурентоспособность та інновації: проблеми науки та практики : матеріали міжнародної наук.-практ. конференції. – Харків : ВД «ІНЖЕК», 2011. – С. 49–52.

10. Державна служба статистики України : офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ukrstat.gov.ua/>

REFERENCES

Agapova, T., Bekhrens, D., and Kurran, D. *Dinamicheskiye sistemy v ekonomike* [Dynamical systems in the economy]. Donetsk: IZD-vo DonGU, 2000.

Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy : ofitsiyniy sait. <http://ukrstat.gov.ua>

Kizim, N. A., Pronoza, P. V., and Polyakova, O. Yu. "Sistema ran-nego raspoznavaniya patologicheskikh protsessov v realnom sektore ekonomiki" [Early detection system of pathologic processes

in the real economy]. *Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii*, no. 1 (93) (2014): 110-120.

Klebanova, T. S., Guryanova, L. S., and Sepgiyenko, E. A. "Analiz rezonansnykh yavleniy v tsiklicheskoy dinamike makroekonomicheskikh indikatorov" [Analysis of resonance phenomena in the cyclic dynamics of macroeconomic indicators]. *Analiz, modelirovaniye i prognozirovaniye ekonomicheskikh protsessov*. Voronezh: ID TsNTI, 2011.82-87.

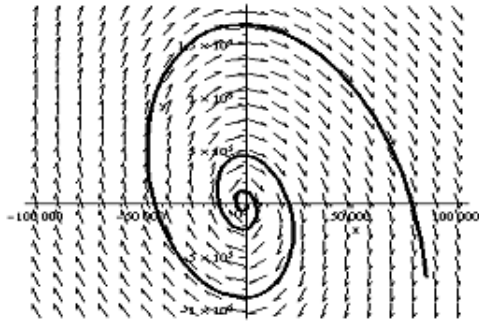
Klebanova, T. S. et al. *Modelirovaniye ekonomicheskoy dinamiki* [Modeling of economic dynamics]. Kharkiv: INZhEK, 2004.

Lukianenko, I. H., and Horodnichenko, Yu. O. *Suchasni ekonometrychni metody u finansakh* [Modern econometric methods in finance]. Kyiv: Litera LTD, 2002.

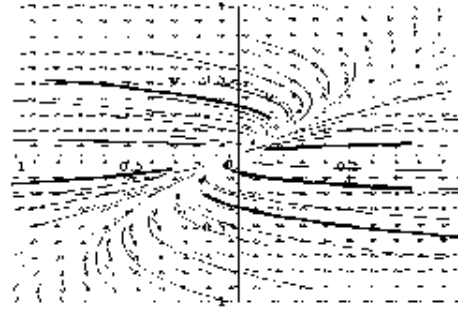
Lavriv, L. "Otsiniuvannya metodychnoho zabezpechennia stratehichnogo planuvannya v Ukraini" [Evaluation methodological support strategic planning in Ukraine]. *Nauka moloda*, no. 9 (2008): 39-42.

[Legal Act of Ukraine] (2015). <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/287/2015/paran7#n7>

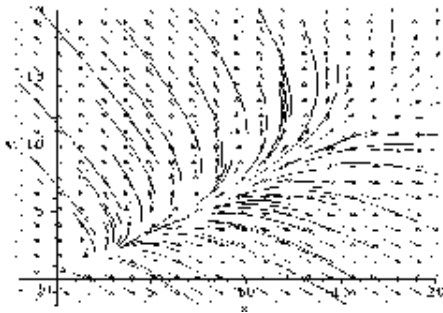
Petrov, L. F. *Metody dinamicheskogo analiza ekonomiki* [Methods for dynamic analysis of the economy]. Moscow: INFRA-M, 2010.



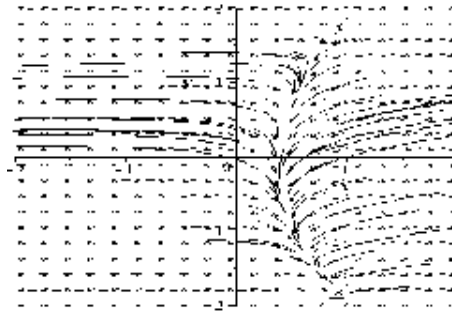
Взаємозв'язок інвестицій та ВВП



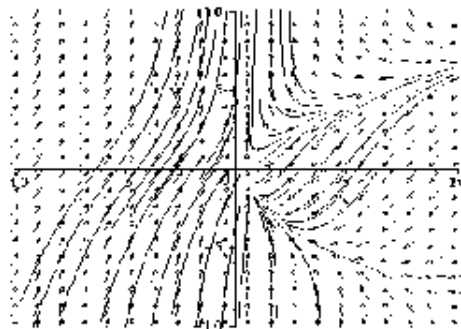
Взаємозв'язок ВВП та обсягів промислового виробництва



Взаємозв'язок ВВП та обсягів імпорту



Взаємозв'язок заробітної плати та обсягів промислового виробництва



Взаємозв'язок міграції та природного приросту населення

**Рис. 5. Фазові портрети моделей взаємодії макроекономічних індикаторів**

Sergiyenko, E. A. "Modeli fazovoy ploskosti issledovaniya dinamiki indikatorov territorialnogo razvitiya" [Models phase plane study of the dynamics of territorial development indicators]. *Konkurentospromozhnist ta innovatsii: problemy nauky ta praktyky*. Kharkiv: INZHEK, 2011. 49-52..