

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЗАХАРОВА ОЛЬГА ВОЛОДИМИРІВНА**

УДК 519.862

**МОДЕЛЮВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ  
НЕСТАЦІОНАРНОГО СЕРЕДОВИЩА**

Спеціальність 08.00.11 –  
математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата економічних наук

Харків – 2010

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна, Міністерство освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор економічних наук, професор  
**Клебанова Тамара Семенівна,**  
Харківський національний економічний університет,  
завідувач кафедри економічної кібернетики

Офіційні опоненти: доктор економічних наук, професор  
**Лук'яненко Ірина Григорівна,**  
Національний університет «Києво-Могилянська  
Академія», завідувач кафедри фінансів

кандидат економічних наук, доцент  
**Левицький Станіслав Іванович,**  
Донецький національний університет,  
доцент кафедри економічної кібернетики

Захист відбудеться 30 вересня 2010 року о 13<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради, шифр Д 64.055.01, у Харківському національному економічному університеті за адресою: 61001, м. Харків, пров. Інженерний, 1а

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківського національного економічного університету за адресою: 61001, м. Харків, пров. Інженерний, 1а

Автореферат розісланий «27» серпня 2010 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

І. М. Чмутова

## **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми.** Характер динаміки, темпи та пропорції соціально-економічних показників України в значній мірі знаходяться під впливом нестационарних умов її функціонування. Ознаками нестационарності є нестабільність структури макроекономічних процесів у часі, складність формалізації їх динаміки, наявність невизначеного майбутнього та критичних значень параметрів керуючих процесів, біфуркаційні режими – різке виникнення, загасання або зміна циклічної хвилі, фрактальна структура макропоказників, кінцевий горизонт їх надійного прогнозування. Неврахування таких особливостей, сумісно з відсутністю об'ємної статистичної вибірки, унеможливають оцінку, аналіз та адекватне прогнозування динаміки макроекономічних процесів класичними методами, що призводить до зниження якості існуючих моделей.

У зв'язку з цим у сучасних умовах набувають актуальності питання розробки ефективних моделей і механізмів управління макроекономічними процесами з урахуванням нестационарних проявів. Вирішення проблем стосовно підвищення якості прогнозів динаміки макроекономічних показників у нестационарних умовах стає можливим за рахунок залучення сучасного інструментарію економіко-математичних методів і моделей та інтеграції з досягненнями інших наук.

Теоретичні основи управління економічними процесами на макрорівні та питання моделювання макроекономічних процесів в умовах нестационарного середовища знайшли своє відображення у роботах таких провідних вітчизняних науковців як Бакаєв О.О., Бондаренко Г.В., Геєць В.М., Івахненко Г.О., Кизим М.О., Клебанова Т.С., Крючкова І.В., Лукінов І.І., Лук'яненко І.Г., Михалевич М.В., Сергієнко І.В., Скрипниченко М.І., Шнипко О.С., Шумська С.С. та ін.; на особливу увагу заслуговують розробки таких зарубіжних учених як Костюк В.Н., Лівшиць В.Н., Малинецький Г.Г., Петерс Е.П., Пригожин І.І., Светуцьков С.Г.

Однак у наукових працях вищеназваних вчених не в повному обсязі розглянуто коло питань, що пов'язано з дослідженням особливостей динаміки макроекономічних процесів та кількісним обґрунтуванням індикаторів нестационарності в економіці; розробкою моделей оцінки, аналізу, прогнозування економічних процесів на макрорівні та формуванням механізмів керування ними саме в умовах нестационарного середовища. Неврахування вищеназваних аспектів суттєво знижує якість існуючих моделей, що, перш за все, не дозволяє отримувати задані характеристики точності прогнозних рівнів, а також свідчить про нездатність системи управління пристосовуватися до нестационарних умов функціонування економічної системи, збільшує вірогідності формування й прийняття неефективних управлінських рішень, що на практиці призводить до значних втрат та нарощуванню кризових явищ в економіці. Розробка комплексу економіко-математичних моделей та механізмів прогнозування макроекономічних процесів з урахуванням індикаторів нестационарності дає змогу покращити якість прийняття управлінських рішень та приводить до підвищення ефективності функціонування економічної системи. Актуальність даної проблеми, її теоретичне й практичне значення обумовили вибір теми, її обґрунтування та визначення мети й завдань дисертаційного дослідження.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертацію

виконано згідно з планами науково-дослідних робіт кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна: «Моделювання поведінки суб'єктів економічної діяльності» (номер державної реєстрації 0104U002368), «Застосування еволюційного підходу та генетичних алгоритмів в моделюванні економічних процесів» (номер державної реєстрації №0107U004489), в яких автор брав участь як виконавець. При виконанні цих досліджень особисто дисертантом було науково обґрунтовано можливості застосування ситуаційного та фрактального підходів для дослідження феномену нестационарності, розроблено модельний базис управління макроекономічними процесами в умовах нестационарного середовища з урахуванням еволюційних факторів на основі сучасних математичних методів.

Також дисертацію виконано згідно з науково-дослідницькою роботою за темою: «Циклічна динаміка економіки України та моделювання соціально-економічного розвитку» (номер державної реєстрації 0106U003213), що відповідає тематичному плану досліджень Науково-дослідницького центру індустріальних проблем розвитку НАН України, де особистий внесок автора полягав у аналізі динаміки нестационарних макроекономічних процесів, виявленні періодів циклічності регіонального розвитку, побудові прогнозних траєкторій основних макроекономічних показників України.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є розробка комплексу моделей й механізмів оцінки, аналізу та прогнозування динаміки макроекономічних процесів з урахуванням індикаторів нестационарності, що дозволяє формувати ефективні науково-обґрунтовані управлінські рішення.

Для досягнення зазначеної мети в дисертаційній роботі поставлено і вирішено такі завдання:

проаналізовано сучасні підходи до моделювання макроекономічних процесів в умовах нестационарності та розроблено модель їх типізації;

розглянуто особливості формування моделей прогнозування макроекономіки; розроблено концептуально-інструментальний базис оцінки, аналізу та прогнозування динаміки макроекономічних процесів в умовах нестационарного середовища;

розроблено моделі оцінки й аналізу структури та прогнозування динаміки макроекономічних процесів;

сформовано систему індикаторів нестационарності макроекономічних процесів;

побудовано прогнози динаміки макроекономічних процесів з урахуванням нестационарності на базі моделей циклоутворення.

**Об'єктом дослідження** є макроекономічні процеси в умовах нестационарного середовища.

**Предметом дослідження** є комплекс економіко-математичних моделей оцінки, аналізу та прогнозування макроекономічних процесів.

**Методи дослідження.** Методологічною базою дослідження є роботи вітчизняних і зарубіжних вчених у сфері моделювання та управління макроекономічними процесами на основі сучасних економіко-математичних

методів, моделей та інформаційних технологій. У процесі дослідження було використано: дисперсійний аналіз – для оцінки міри розсіювання кількісних значень макропоказників; кластерний аналіз – для кластеризації регіонів України на агреговані групи експортоорієнтованих регіонів; методи аналізу часових рядів, зокрема, метод аналізу сингулярного спектру, аналіз Фур'є, – для отримання якісного розкладання часових рядів на складові – тренд, гармоніки та шумові компоненти; факторний аналіз – для оцінки й аналізу головних компонент; сингулярне розкладання – для побудови ортогономованих систем векторів; методи оцінки частоти гармонік – для виділення циклічних складових та встановлення їх періоду; регресійні та економетричні методи – для встановлення взаємозв'язків між макропоказниками; методи прогнозування тенденцій та амплітуд коливань – для побудови якісних прогнозів динаміки макроекономічних процесів; методи нелінійної динаміки – для формування системи індикаторів нестационарних проявів та проведення відповідних кількісних розрахунків.

Розрахунки здійснено з використанням табличного процесору Microsoft Excel 2007, пакетів прикладних програм і програмних оболонок: STATISTICA 7.0, Caterpillar 3.2, AutoSSA, Vensim PLE, MATLAB 7.0.

Інформаційною базою дослідження виступили нормативні документи України, офіційні матеріали Державного комітету статистики України, Національного банку України, Міністерства фінансів України; Головного управління статистики в Харківській області; статистичні дані, отримані з інших джерел (періодичні видання, мережа Internet).

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у такому:

*удосконалено:*

концептуально-інструментальний базис моделювання макроекономічних процесів, що на відміну від існуючих засновано на поєднанні положень системної, логістичної, кібернетичної та синергетичної методологій, що базується на запропонованій системі механізмів та дозволяє підвищити ефективність управлінських рішень;

модель типізації макроекономічних процесів, що на відміну від існуючих ґрунтується на їх розподілі за ознакою стаціонарності / нестационарності та дає можливість виявити часові, просторові, структурні особливості й характер взаємодії макроекономічних процесів із зовнішнім середовищем;

*дістали подальшого розвитку:*

сформована система індикаторів нестационарності, відмінною особливістю якої є комплексний розгляд таких характеристик, як біфуркаційність, фрактальність, циклічність, популяційність, ентальпійність та стійкість, що дозволяють врахувати їх вплив на структуру й динаміку макроіндикаторів;

моделі оцінки й аналізу структури та прогнозування динаміки макроекономічних процесів, особливістю яких є базування на SSA-методі, що дозволяє отримати якісне розкладання часових рядів на компоненти – тренд, періодики, шум, встановити періоди циклічності, виявити амплітуду коливань, побудувати якісні прогнози;

розроблені якісні прогностні рівні основних макроекономічних показників, що на відміну від існуючих ґрунтуються на моделях циклоутворення й враховують вплив індикаторів нестационарності, на базі яких встановлюються адекватні горизонти прогнозування, що дозволяє отримати високоякісні прогнози для часових рядів різної довжини та на їх основі формувати управлінські рішення як відносно планових, так й регуляторних макротраєкторій.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що запропонований в роботі концептуально-інструментальний базис моделей й механізмів може бути використано для оцінки, аналізу та прогнозування макроекономічних процесів в умовах нестационарного середовища. Застосування запропонованих розробок дозволить підвищити ефективність прийнятих рішень за рахунок врахування індикаторів нестационарності та структурного аналізу макроекономічних процесів, що забезпечує побудову точних прогнозів.

Наукові результати, які мають прикладний характер, знайшли практичне застосування при формуванні стратегій соціально-економічного розвитку регіонів України та впроваджені на підприємствах: ЗАТ науково-виробниче підприємство «Інтертек» (довідка про практичне використання результатів № 189 від 25.10.2007 р.), ДП «Артемівській спиртовий завод» (довідка про практичне використання результатів № 702 від 17.04.2009 р.).

Сформульовані у дисертаційному дослідженні теоретико-методичні положення, розроблені моделі, висновки та рекомендації є базою для використання у науково-дослідницькій та практичній діяльності установ, що займаються аналізом і побудовою прогностичних тенденцій макропоказників; для удосконалення системи управління підприємств та організацій; для використання у процесі підготовки і читання лекцій, проведення семінарів з проблем моделювання макроекономічних процесів, аналізу та прогнозування часових рядів, нелінійної макродинаміки.

**Особистий внесок здобувача.** Основні ідеї, положення і висновки дисертації одержані здобувачем самостійно. У спільно опублікованих роботах внесок автора конкретизовано в списку публікацій наприкінці автореферату.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і висновки, що викладено в дисертації, доповідалися й одержали схвалення на 16 Міжнародних міждисциплінарних та Всеукраїнських науково-практичних конференціях, основні з яких: Всеукраїнська науково-практична конференція “Актуальні проблеми економіки” (Харків, 15-16 квітня 2004 р.); III Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених “Економічний і соціальний розвиток України в XXI столітті: національна ідентичність та тенденції глобалізації” (Тернопіль, 23-24 лютого 2006 р.); Всеукраїнська науково-практична конференція “Інноваційний розвиток України: наукове, економічне та правове забезпечення” (Харків, 27-28 жовтня 2006 р.); Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених “Сучасні моделі і методи прогнозування соціально-економічних процесів” (Київ, 19 квітня 2007 р.); Міждержавна науково-методична конференція “Проблеми математичного моделювання” (Дніпродзержинськ, 23-25 травня 2007 р.); Міжнародна науково-теоретична конференція молодих вчених та студентів “Актуальні проблеми економічного та соціального розвитку виробничої

сфери” (Донецьк, 7-8 червня 2007 р.); Міжнародна науково-практична конференція “Макроекономічна політика в Україні: проблеми науки та практики” (Харків, 20-21 листопада, 2007 р.); X Всеукраїнська науково-практична конференція “Проблеми та перспективи розвитку банківської системи України” (Суми, 22-23 листопада 2007 р.); II Міжнародна науково-практична конференція “Актуальні проблеми економіки та удосконалення правового регулювання в економіці” (Росія, м. П’ятигорськ, 5-6 березня 2009 р.); I Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених “Проблеми глобалізації та моделі стійкого розвитку економіки” (Луганськ, 25-27 березня 2009 р.); Міжнародна науково-практична конференція “Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем” (Харків, 9-10 квітня 2009 р.); I Міжрегіональна конференція “Держава та бізнес. Питання теорії та практики: моделювання, менеджмент, фінанси” (Росія, м. Санкт-Петербург, 20-22 квітня 2009 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 24 наукові праці (3 розділи у трьох колективних монографіях, 8 статей у фахових виданнях, 13 тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій) загальним обсягом 12,5 ум.-друк. арк., з них особисто автору належить 9,82 ум.-друк. арк.

**Структура й обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, додатків і списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації – 228 сторінок, у тому числі основний текст складає 176 сторінок. Ілюстративний матеріал дисертації представлено у 15 таблицях, викладених на 7 сторінках, 57 рисунках, викладених на 39 сторінках, з них 13 рисунків займають 9 повних сторінок, 11 додатках, викладених на 18 сторінках. Список використаних джерел становить 235 найменувань, викладених на 25 сторінках.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** обґрунтовано актуальність дослідження, визначено його мету й завдання, а також об’єкт і предмет дослідження, розкрито наукову новизну і практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі – **«Теоретико-методичні аспекти моделювання динаміки макроекономічних процесів»** – проаналізовано сучасні підходи до моделювання, обґрунтовано необхідність їх синтезу при макромодельованні; проаналізовано поняття нестационарності, розроблено модель типізації макроекономічних процесів; досліджено особливості розвитку української економіки у нестационарних умовах; проведено аналіз економіко-математичних моделей прогнозування макроекономічних процесів.

Аналіз сучасних методологій моделювання – системного, логістичного, кібернетичного, синергетичного підходів – дозволив встановити, що дослідження складної економічної системи й виявлення закономірностей її розвитку в умовах нестационарного середовища досягається тільки за умови поєднання досягнень різних областей знань. Можливість синтезу означених підходів визначається єдністю та взаємодоповненням принципів, що лежать в їх основі, а також тим, що, концепції самоорганізації ґрунтуються в основному на методологічних та теоретичних положеннях системного підходу, а ефективність кібернетичного

управління пов'язана з якістю встановлених логістичних взаємозв'язків. Проведений аналіз дозволив побудувати модель типізації динаміки макроекономічних процесів за ознакою стаціонарності / нестаціонарності, на основі виявлення часових, просторових, структурних особливостей та характеру їх взаємодії з зовнішнім середовищем (табл. 1).

Таблиця 1

### Модель типізації макроекономічних процесів

Особливості макроекономічних процесів за категоріями:		Стаціонарні процеси		Нестаціонарні процеси	
		Прості	Динамічні	Еволюційні	Хаотичні
1	Динаміка	незмінна на довгих інтервалах	уповільнені зміни розтягнуті у часі, збереження існуючих характеристик руху	змінюється близько до попередньої траєкторії розвитку	кардинальні зміни економічної динаміки
2	Структура	відсутні структурні зміни	інерційна (перешкоджає складанню нових відносин та характеристик)	знає не тільки чисельні, але й якісні зміни	слабоінерційна
3	Фази розвитку процесу	кумуляційна		трансформаційна	
				реформація	революція
4	Траєкторія розвитку	відсутність трендів	яскраво виражена динаміка	присутність трендів, циклічних коливань різної довжини	біфуркаційна, непередбачувана класичним інструментарієм
5	Вплив зовнішнього середовища	зовнішні флуктуації не мають істотного впливу на процес	впливають флуктуації ззовні, але значною мірою вони гасяться стійкістю економічних інститутів, які незначно змінюються	резонансна сукупність флуктуацій реформують процес	незначні флуктуації мають величезний вплив

Стаціонарність процесу визначається однорідністю у часі випадкового процесу  $x(t)$ , характеристики якого не змінюються з часом  $t$ , тобто інваріантні щодо часових зрушень  $t \rightarrow (t + T)$ , а  $x(t) \rightarrow x(t + T)$  при будь-якому фіксованому часі  $T$ .

Досліджено динаміку розвитку української економіки на основі аналізу еквідистантних часових рядів (місячні, квартальні, річні інтервали) основних соціально-економічних показників України впродовж 1996–2009 рр., зокрема показників валового внутрішнього продукту (ВВП) – агрегованих показників, що характеризують ефективність розвитку країни, динаміку доходів та витрат, експортних показників у галузевому та просторовому та регіональному аспектах.



Візуальний аналіз структури ВВП дозволив підтвердити гіпотезу про неоднорідність динаміки таких його складових як споживчі витрати, нагромадження, експорт та імпорт. Серед встановлених особливостей можна виділити високу ступінь складності макроекономічних процесів, нелінійність динаміки, наявність різких змін амплітуд коливань та циклічних проявів, що у свою чергу у деякому ступені підтверджує нестационарний характер їх динаміки та середовища. Моделі прийняття рішень, що використовуються сьогодні у практиці управління, не в повному обсязі враховують визначені особливості нестационарних проявів, що істотно знижує якість прогнозів, і, як наслідок, веде до значних неконтрольованих втрат як на мікро-, мезо-, так й на макроекономічному рівні.

Все вищезазначене свідчить про необхідність невідкладного змінення підходів до моделювання та прогнозування макроекономічних показників. Проведений аналіз існуючих економіко-математичних моделей прогнозування макроекономічних процесів Франції, США, Польщі, Росії, Україні підтвердив положення про те, що у більшій частині моделей, які сьогодні використовуються у світі, фактори невизначеності слабо формалізовані, а проявам нестационарності приділено недостатньо уваги.

У другому розділі – **«Моделювання макроекономічних процесів у системі підтримки прийняття управлінських рішень»** – розроблено концептуально-інструментальний базис, що враховує нестационарні прояви середовища макросистеми та на цій основі дозволяє формувати ефективні управлінські рішення; розроблено модель застосування методу SSA для оцінки, аналізу та прогнозування динаміки макроекономічних процесів; сформовано систему індикаторів нестационарності; запропоновано сучасні економіко-математичні методи модельної підтримки.

Розроблений концептуальний базис макромодельювання включає два рівня: логіко-інформаційний та модельно-математичний (рис. 1). Модельна підтримка рівнів здійснюється на основі взаємодії семи механізмів, два з яких обслуговують перший, п'ять – належать до другого. Кожен з механізмів включає комплекс пов'язаних множин економіко-математичних моделей, що визначають порядок формування управлінських дій. З метою встановлення взаємодій між модельними комплексами розроблено деталізовані схеми їх взаємозв'язку.

До першого, логіко-інформаційного рівня, належать два взаємодоповнюючих механізми – інформаційний та ентропійний. Основним завданням Інформаційного механізму є системний моніторинг – виконання функції акумуляції інформації відносно розвитку макросистеми та її середовища. Ентропійний механізм знімає повну невизначеність економічного простору та істотно стискає інформаційний – дозволяє побудувати агреговану модель економічної системи, класифікувати проблеми та сформулювати цілі управління, обрати проблемний об'єкт й побудувати агреговану модель його середовища.

Другий, модельно-математичний рівень, включає три контури – проектування, імітації та прийняття рішень. Контур проектування представлено трьома механізмами, перший з яких відповідає за оцінку й аналіз стану об'єкта; другий – підтримує апроксимацію й прогнозування об'єкта, дає оцінку якості побудованих

моделей; третій – дозволяє діагностувати флуктуації середовища, ідентифікувати, класифікувати їх стани та оцінювати перспективну динаміку.

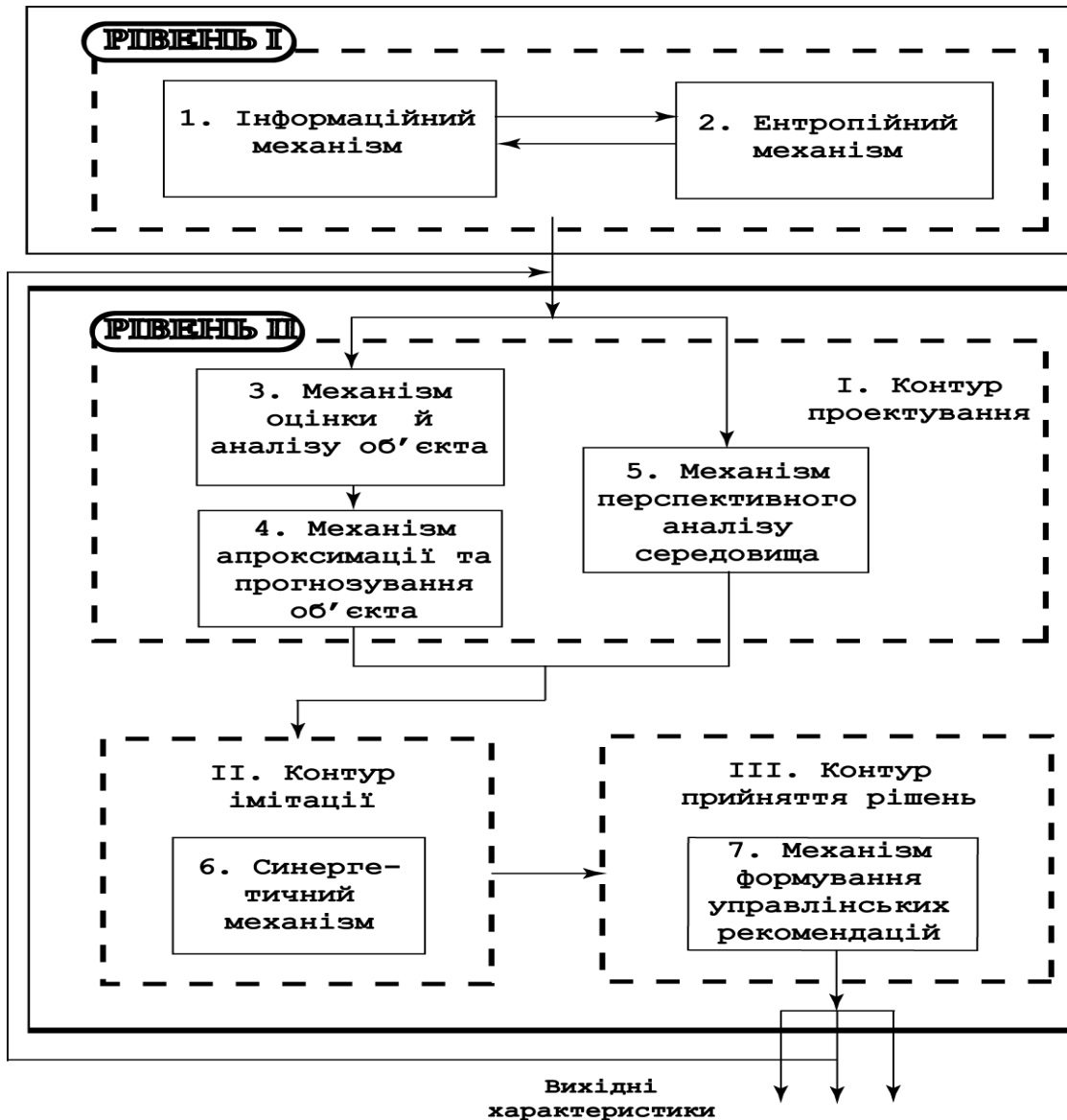


Рис. 1. Концептуально-інструментальний базис моделювання макроекономічних процесів

Контур імітації представлено механізмом, що системно відстежує та враховує нестационарні впливи, синергетичні ефекти та дозволяє розробляти альтернативні сценарії взаємодії середовища з макросистемою. Останній контур модельно-математичного рівня – контур прийняття рішень – підтримує формування вихідного рішення на основі проведених альтернативних розрахунків й оцінює можливості реалізації найкращого сценарію з точки зору досягнення поставлених цілей.

Серед розглянутих компонент представлено базису на особливу увагу заслуговує контур проектування. Для вирішення завдань перших двох механізмів цього контуру інструментальним методом модельної підтримки було обрано SSA – Singular Spectrum Analysis. Ключовим фактором вибору SSA-методу слугувала можливість розкладання часових рядів макропоказників на структурні складові та побудова на цій основі якісних прогнозних рівнів у порівнянні з результатами

застосування класичного інструментарію, зокрема аналізу Фур'є та регресійного методу. SSA дозволив враховувати внутрішню динаміку часових рядів макроекономічних показників за допомогою аналізу та прогнозування змін амплітуд сезонних коливань, встановити періоди циклічних коливань, а також працювати з широким спектром реальних даних, саме з нестационарними часовими рядами різної довжини, що дуже суттєво у зв'язку з наявною короткою та неоднорідною статистичною базою макроекономічних показників України.

На основі базового варіанта реалізації SSA здійснюється розкладання часового ряду  $F_N = (f_1, f_2, \dots, f_N)$  довжини  $N$  на адитивні складові – тренд  $F_N^{(trend)}$  – компонента, що плавно змінюється, періодичні складові –  $F_N^{(cycle)}$  та шум  $F_N^{(noise)}$  – сума значної кількості гармонік з різними періодами та близькими амплітудами коливань:

$$F_N = F_N^{(trend)} + F_N^{(cycle)} + F_N^{(noise)} \quad (1)$$

Запропоновано модель дослідження складових (1) на основі SSA, що можна представити наступними етапами.

Етап 1 – Розгортка одновимірного часового ряду в багатовимірний – складається з двох процедур: формування траєкторної матриці ряду та сингулярного розкладання. Згідно з першою процедурою на базі вхідного ряду  $F_N = (f_1, f_2, \dots, f_N)$  та вектору  $L$ -вкладення – основного параметру SSA-методу, будується траєкторна матриця  $X$  розмірності  $L \times K$ , де  $K = N - L + 1$  – кількість векторів вкладення:

$$X = \begin{pmatrix} f_0 & f_1 & \dots & f_{K-1} \\ f_1 & f_2 & \dots & f_K \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{L-1} & f_L & \dots & f_{N-1} \end{pmatrix} = [X_1, \dots, X_K], \quad X_j = \begin{pmatrix} f_{j-1} \\ \dots \\ f_{j+L-2} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Формування траєкторної матриці (2) дозволяє отримати повторюваність, не накладаючи на ряд  $F_N$  попередніх обмежень, оскільки вектори  $L$ -вкладення, а, отже, і траєкторна матриця  $X$  успадковують властивості вхідного ряду.

Друга процедура першого етапу – сингулярне розкладання (SVD – Singular Value Decomposition) – дозволяє побудувати на базі (2) дві ортонормовані системи векторів: власні  $U_i$  та факторні  $V_i$  вектори й відповідні їм власні числа  $\lambda_i$  – квадрати сингулярних значень, що у сукупності утворюють власні трійки:

$$X_i = \sqrt{\lambda_i} U_i V_i^T, \quad (3)$$

де  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_d > 0$  – впорядковані ненульові власні числа матриці  $XX^T$ ,  $d$  – кількість ненульових власних чисел,  $1 \leq i \leq d$ , а  $\{U_i\}_{i=1}^d : U_i \in R^L$  та  $\{V_i\}_{i=1}^d : V_i = \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} X^T U_i \in R^K$  – власні та факторні вектори відповідно.

Таким чином, перший етап алгоритму завершується отриманням сукупності:

$$X = X_1 + X_2 + \dots + X_d. \quad (4)$$

Етап 2 – Відновлення одновимірного часового ряду по згрупованих матрицях власних трійок – включає також дві процедури: ідентифікацію та відбір головних компонент й діагональне усереднення.

Вся інформація про кожну з компонент  $X_i$  міститься у власному числі  $\lambda_i$ , власному  $U_i$  та факторному  $V_i$  векторах, тобто у власній трійці сингулярного розкладання (4). На основі аналізу (3) проводиться пошук компонент, необхідних для угруповання, що може бути здійснено за допомогою візуального аналізу та процедур автоматичної ідентифікації на основі застосування методу Кендала, методу нулів та низьких частот, а також методу Фур'є, де аналізуються періодограми сингулярних векторів. Згідно другій процедурі цього етапу проводиться діагональне усереднення по матрицях згрупованого розкладання, завдяки чому отримуємо відновлений ряд  $F_N$  з деталізацією адитивних складових (1).

Етап 3 – Аналіз залишків відновлення – дозволяє оцінити можливість прийняття / відкидання гіпотези про випадковий розподіл залишків, та, у разі їх віднесення до нормального, – вважати білим шумом. Якщо гіпотеза про випадковість та нормальність залишків відновлення приймається, то можна переходити до апроксимації, а по її результатах й до прогнозування відновленого часового ряду.

До основних завдань третього механізму вище розглянутого контуру відноситься діагностика нестаціонарних проявів середовища макроекономічної системи та його перспективний аналіз. З цією метою запропоновано визначати нестаціонарність через систему її характеристик, таких як біфуркаційність, фрактальність, циклічність, популяційність, ентальпійність, стійкість, що можуть бути кількісно оцінені на основі методів нелінійної динаміки з застосуванням сучасного економіко-математичного інструментарію.

Наявність біфуркаційності оцінюється шляхом дослідження порогу стійкості динамічного ряду – виявлення біфуркаційних проявів на основі розрахунків якобіан-коефіцієнту. Популяційність визначається існуванням циклічної біфуркації. Під фрактальністю розуміється наявність "паралельних" зв'язаних процесів, які в майбутньому – у певній точці через певний час – можуть об'єднуватися в єдину силу та біфуркаційно змінювати перебіг процесу; фрактальність визначається на основі R/S-аналізу, розрахунків показника Херста. Циклічність в економіці найбільш яскраво представлена сезонною складовою, її характер, періоди та амплітуди коливань у роботі виявляються за допомогою вищерозглянутого SSA-методу. Ентальпійність (еволюція) – функція стану, яка характеризує обмін системи енергією та інформацією з навколишнім середовищем; визначається інтегрованим рівнем впливу внутрішньої та зовнішньої енергії системи, тобто ступенем складності впливу внутрісистемних й зовнішніх чинників. Під характеристикою стійкості розуміється наявність глобального детермінізму та локальної випадковості.

Запропоновані характеристики систематизовано у табл. 2.

Діагностика та кількісне вимірювання наведених вище характеристик дозволяє задавати параметри структури нестаціонарного середовища економічної системи та проводити перспективний аналіз її динаміки; оцінювати вплив нестаціонарних проявів на макропоказники; будувати адекватні сценарії розвитку економічної системи в умовах нестаціонарного середовища.

### Характеристики нестационарності в економіці

Назва	Опис	Методи оцінки
<b>Біфуркаційність, <math>\delta</math></b>	характеризує перехідні режими, імпульсний розвиток макроекономічних процесів	оцінюється на основі дослідження порогу стійкості динамічного ряду (якобіан-коефіцієнту) та рівня системної ентропії
<b>Фрактальність, <math>\varphi</math></b>	характеризує наявність "паралельних" зв'язаних процесів, що можуть об'єднуватися та змінювати перебіг процесу; обумовлена існуванням великої кількості біфуркаційних режимів рядів динаміки при невеликій варіації параметрів; характеризується інформаційною розмірністю	досліджуються ефекти пам'яті та тенденції до самоподібності, що діагностуються на основі розрахунків рівня трендостійкості – Херст-параметра (R/S-аналіз, періодограмний метод, метод оцінки варіації залишків)
<b>Циклічність, <math>\tau</math></b>	характеризується повторюваністю подій у часі або симетричністю їх показників через певний часовий лаг; в економіці найяскравіше виражені сезонні прояви з періодами 2, 2.4, 3, 4, 6 та 12	виявляється за допомогою аналізу Фур'є, SSA-методу; період циклічних коливань може бути обчислено за допомогою полярного кута, коренів характеристичного поліному, періодограмного методу
<b>Популяційність, <math>\lambda</math></b>	джерело імпульсного розвитку; характеризується наявністю циклічної біфуркації; кожна популяція має свій цикл	оцінюється на основі методу Кендала, методу нулів, методу низьких частот
<b>Ентальпійність, <math>\zeta</math></b>	функція стану, що характеризує обмін системи енергією, інформацією з навколишнім середовищем	визначається інтегрованим рівнем впливу внутрішньої та зовнішньої енергії системи, тобто ступенем складності впливу внутрісистемних й зовнішніх чинників; розраховується на основі ентропійних показників
<b>Стійкість, <math>\omega</math></b>	характеризує наявність глобального детермінізму та локальної випадковості	виявляється на основі оцінки взаємовпливу характеристик нестационарності

Таким чином, розроблений концептуально-інструментальний базис моделювання з урахуванням характеристик нестационарності, представляє собою підґрунтя для вирішення проблемних питань, пов'язаних з підвищенням ефективності управління економічними процесами як на макро-, так і на мікрорівні.

Третій розділ – «**Реалізація комплексу моделей оцінки, аналізу та прогнозування макроекономічних процесів**» – здійснено кількісну оцінку індикаторів нестационарності основних макроекономічних показників; побудовано прогнози динаміки макропоказників України з урахуванням нестационарності на базі моделей циклоутворення.

Реалізація розробленого комплексу проводилася на еквідистантних часових рядах основних показників розвитку України впродовж 1996–2009 рр., а саме ВВП та експортних показників у галузевому та просторовому розрізах. Проведені

дослідження підтвердили наявність біфуркаційних проявів, фрактальність структури та існування циклічних коливань у динаміці розглянутих макропоказників.

Так, дослідження часового ряду ВВП впродовж 1996–2009 рр. з інтервалом дискретизації – місяць, дозволило визначити наявність біфуркаційних проявів у січні 2006 року. Встановлено антиперсистентний характер динаміки ВВП – повернення до середнього по всій довжині. Зростання знайденого показника Херста (H) з часом характеризує можливість зміни амплітуди коливань та переходу до значних реверсів часового ряду; руйнування структури ряду ВВП, що здійснюється при перемішуванні, призводить до змінення оцінки H й підтверджує наявність у ряді ефектів пам'яті. Таким чином, на основі кількісно розрахованих індикаторів доведено наявність нестационарних проявів у функціонуванні макроекономічних процесів, що досліджувалися.

Згідно розробленим моделям оцінки й аналізу динаміки та структури макроекономічних процесів, що засновано на SSA-методі, отримано розкладання часових рядів на компоненти. Ідентифікація низькочастотних складових – тренду та високочастотних гармонік часового ряду ВВП проводилася на основі аналізу двовимірних діаграм власних функцій. У результаті аналізу встановлено, що характер динаміки ВВП може бути пояснено складним трендом; ідентифіковано пари функцій, які мають регулярну періодичну поведінку та утворюють сезонну складову, тобто породжені слабо амплітудно-модульованими гармонійними компонентами початкового ряду.

Рис. 2 представляє собою відновлені компоненти часового ряду ВВП (в млн. грн.), де проілюстровано перші 120 рівнів розкладання – динаміка складових тренда та циклічних компонент сезонної складової.

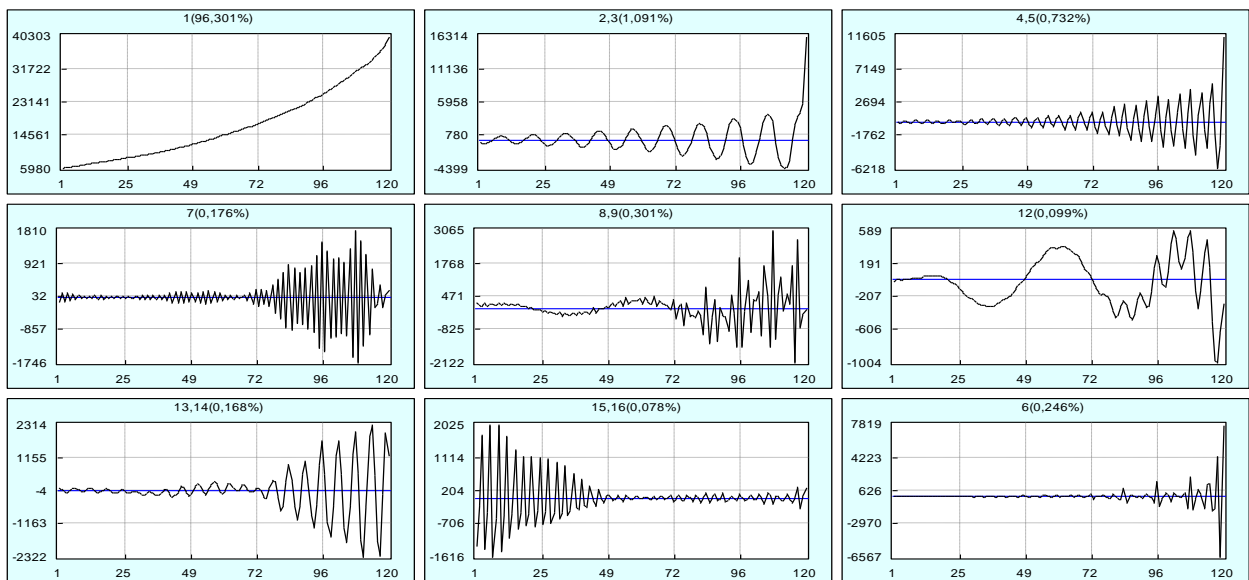


Рис. 2. Відновлені ряди складових ВВП по виділеним компонентам розкладання

Флуктуації гармонік ВВП – циклічна складова – поблизу біфуркаційних проявів системи (120 рівень ряду) змінює характер амплітуди коливань ряду, що з часом ще більш посилюється, та обумовлює отримання значних помилок при

побудові прогнозів класичними методами. Проте застосування SSA для антиперсистентного ряду ВВП дозволяє отримати адекватні короткострокові прогнози.

На рис. 3 наведено результати апроксимації та прогнозування динаміки ВВП України по відновленим рядам: апроксимація до 121 рівня (біфуркаційні прояви, січень 2006 р.), далі – прогнозні рівні на 2009 р.

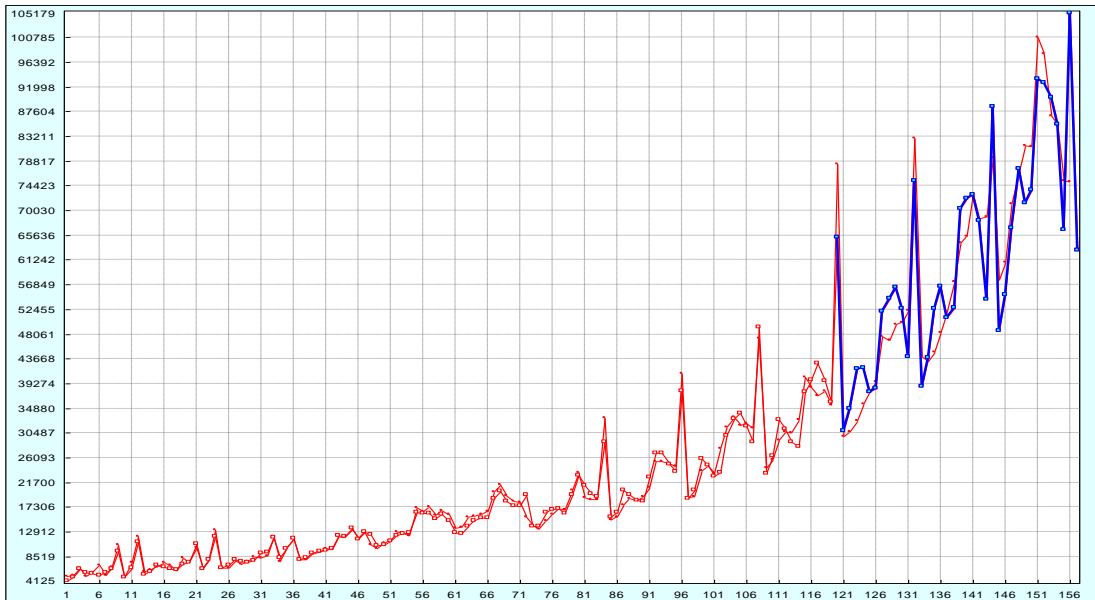


Рис. 3. Динаміка ВВП України в млн. грн. впродовж 1996–2009 рр.: апроксимація – до розділової лінії; темна лінія – прогнозна траєкторія

Отримано прогнозну траєкторію динаміки ВВП на основі векторного та рекурентного способів прогнозування на основі SSA, яка незначно відхиляється від реальних значень цього показника, що підтверджує кількісна оцінка відхилень прогнозних рівнів за двома критеріями – MAPE та статистикою Тейла, які наведено у табл. 3.

Таблиця 3

### Оцінка прогнозних відхилень

	База – 1996- 1997 рр., векторний спосіб прогнозування на 1998- 2008 рр.(горизонт – 10р.)	База – 1996-1999 рр., рекурентний спосіб прогнозування на 2000- 2008 (горизонт – 8 р.)	База –1996-2006 рр., рекурентний спосіб прогнозування (горизонт – 8 міс.)
MAPE, %	16,73065	15,86648	5,377597
U, статистика Тейла	0,070181	0,118869	0,003454

Таким чином, на основі дослідження показника ВВП України у місячному розрізі за період 1996–2009 рр. оцінено поведінку динамічних складових часового ряду цього показника поблизу біфуркаційних режимів. Встановлено антиперсистентну природу динаміки ВВП. Емпірично доведено, що антиперсистентні часові ряди мають довгу пам'ять та добре піддаються прогнозуванню методом SSA на довгострокову перспективу на основі короткої бази прогнозу; на основі

розширеної бази – застосування методу SSA дозволяє отримати ще більш точні прогнози динаміки ВВП (табл. 3). У результаті дослідження закономірностей економічної динаміки ВВП виявлена складна природа тренда, циклічні коливання з різними амплітудами та періодами, прогнозування яких методом SSA дало можливість значно покращити точність прогнозів, які лежать в основі планування й регулювання макротраскторій.

Значну роль у формуванні динаміки ВВП Україні останніми роками відіграє частка експорту – експортна квота коливається біля 60%, що підтверджується значною позитивною кореляцією між індексами ВВП та показниками експорту –  $R=0,8$ . До останніх відносяться показники загального об'єму експорту, а також по його структурним складовим у галузевому та регіональному розрізі. Встановлено, що серед галузей сільського господарства, добувної та обробної промисловості, остання вносить найбільш вагомий внесок до експортних показників товарів України – 76,7%, тому також було проведено детальний аналіз усіх її складових. На основі запропонованого комплексу моделей у галузевих рядах експорту віділено тренди та періодици, виявлено асинхронність проявів циклічних коливань, що дало можливість оцінити взаємовплив експортних складових. З метою встановлення міжрегіональних диспропорцій у структурі експорту здійснено кластеризацію регіонів України на основі швидких методів; вибір оптимального числа кластерів, ґрунтувався на тому, що кращим є розбиття, яке приводить до найбільшого значення ентропії (є найбільш інформативним) та дозволяє досліджувати одночасно однорідні групи регіонів. Для кожної з отриманих груп регіонів на основі моделей циклоутворення було побудовано структурні розкладання та якісні прогнози динаміки експортних показників. Утворена система прогнозів дає можливість значно покращити процеси координації при формуванні експортної політики у розрізі галузей, як на регіональному, так і національному рівні.

Таким чином, запропонований комплекс моделей з урахуванням нестационарного середовища, дозволяє підвищити ефективність управлінських рішень, за рахунок своєчасної якісної діагностики динаміки часових рядів макроекономічних показників, що дає можливість отримати покращені прогнозні оцінки, встановити горизонти прогнозування в залежності від типу нестационарності. В цілому, погрішності побудованих прогнозних рівнів динаміки макроекономічних показників, що досліджувалися, не перевищили 3% для короткострокового прогнозування (у помісячному розрізі, на декілька років) та 7% – для довгострокового (на 10 років та більше), що свідчить про високу точність проведених розрахунків та якість отриманих результатів.

## ВИСНОВКИ

У роботі вирішено актуальне науково-практичне завдання побудови концептуально-інструментального базису моделювання – комплексу взаємопов'язаних механізмів та економіко-математичних моделей, які дозволяють здійснити оцінку, аналіз та прогнозування макроекономічних процесів в умовах нестационарного середовища. У результаті проведеного дослідження отримано такі результати:

1. Аналіз сучасних методологій моделювання дозволив зробити висновок про



необхідність поєднання досягнень різних галузей знань та сучасних світоглядно-методологічних уявлень для формування ефективних управлінських рішень. Розроблено модель типізації макроекономічних процесів, яка призначена для розподілу процесів за ознакою стаціонарності / нестаціонарності на основі виявлення часових, просторових, структурних особливостей, характеру взаємодії економічних процесів із зовнішнім середовищем, що дозволило адекватно відстежувати його прояви.

2. Встановлено, що неврахування факторів нестаціонарності при формуванні управлінських рішень на макрорівні призводить до дестабілізації та невизначеності економічної системи. Вирішення цих проблем можливе за рахунок управління макроекономічними процесами з урахуванням нестаціонарних проявів середовища. Аналіз макроекономічних моделей прогнозування дозволив встановити, що більшість з них не враховує нестаціонарну природу структури й характеру функціонування макроекономічних процесів.

3. Розроблено концептуально-інструментальний базис оцінки, аналізу та прогнозування макроекономічних процесів, що засновано на взаємодії положень таких сучасних методологій моделювання, як системна, логістична, кібернетична та синергетична, й спеціально розроблених модельних механізмів його підтримки. Адаптивні властивості моделей запропонованого комплексу забезпечили можливість його використання для дослідження широкого кола макроекономічних процесів.

4. Розроблено моделі оцінки й аналізу структури та прогнозування динаміки макроекономічних процесів, що базується на інструментарії SSA-методу. Реалізація моделей дала змогу отримати якісне розкладання часових рядів – виділити складні тренди та періодики, визначити періоди циклічності та виявити амплітуду їх коливань, що відіграє значну роль у процесі формування прогнозних траєкторій.

5. Сформовано систему індикаторів нестаціонарності, до якої віднесено такі характеристики як біфуркаційність, фрактальність, циклічність, популярність, ентальпійність та стійкість, та визначено методи їх кількісної оцінки, що дозволило врахувати вплив нестаціонарності на структуру і динаміку макропоказників.

6. Запропоновано інструментарій прогнозування динаміки макроекономічних процесів, що засновано на процедурі продовження складових часового ряду, розкладених за допомогою SSA методу. Розроблено механізми оцінки впливу характеристик нестаціонарності на прогнозні траєкторії динаміки макроекономічних показників на базі моделей циклоутворення. Побудовано якісні прогнозні рівні основних макроекономічних показників, зокрема ВВП та експорту, з урахуванням нестаціонарності та встановлено адекватні горизонти прогнозування показників, що використовуються як при плануванні, так й регулюванні макротраєкторій у процесі формування управлінських рішень.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ**

### *Монографії*

1. Клебанова Т. С. Прогнозування товарної структури експорту України на основі адаптивних моделей / Т. С. Клебанова, О. В. Захарова // Адаптивні моделі у

системі прийняття рішень: монографія / За ред. д.е.н., проф. М. О. Кизима, д.е.н., проф. Т. С. Клебанової. – Х. : ВД «ІНЖЕК». – 2007. – п. 2. 2. – С. 66–93.

*Особистий внесок автора:* сформовано комплекс механізмів оцінки, аналізу та прогнозування макроекономічних процесів, виконано практичні розрахунки, проаналізовано отримані результати.

2. Захарова О. В. Економіко-математичне моделювання експортної політики України в умовах нестаціонарного середовища / О. В. Захарова // Сучасні та перспективні методи і моделі управління в економіці : монографія / За ред. д.е.н., проф. А. О. Єпіфанова. – Суми : ДВНЗ «УАБС НБУ», 2008. – Розд. 1. – С. 22–30.

3. Клебанова Т. С. Прогнозування макроекономічних показників на основі моделей циклоутворення / Т. С. Клебанова, О. В. Захарова, Л. С. Гур'янова // Соціально-економічний розвиток України та її регіонів – проблеми науки та практики : монографія / За ред. д.е.н., проф. В. С. Пономаренко, д.е.н., проф. М. О. Кизима, д.е.н., доц. О. В. Раєвської – Х. : ВД «ІНЖЕК». – 2009. – п. 2. 5. – С. 134–148.

*Особистий внесок автора:* здійснено постановку задачі аналізу та прогнозування макроекономічних процесів, виконано практичні розрахунки.

*Статті у фахових виданнях*

4. Захарова О. В. Логістичний підхід до трансформаційної економіки / О. В. Захарова // Економіка: проблеми теорії та практики : зб. наук. праць. – Випуск 205. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2005. – Т. 3. – С. 841–847.

5. Захарова О. В. Ситуаційно-фрактальний підхід до нестаціонарної економіки ХХІ століття та сучасні методи її дослідження / О. В. Захарова // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Економічна серія. – 2006. – № 743. – С. 105–109.

6. Захарова О. В. Управління товарною структурою українського експорту в умовах ринкової економіки / О. В. Захарова // Моделі управління у ринковій економіці : зб. наук. праць. – Випуск 9. – Донецьк : ДонНУ, 2006. – С. 86–93.

7. Захарова О. В. Методи прогнозування динаміки експортних показників / О. В. Захарова // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2006. – № 1Е (6). – С. 311–316.

8. Клебанова Т. С. Оцінка й аналіз структурних складових динамічних рядів експортних показників / Т. С. Клебанова, О. В. Захарова // Економіка: проблеми теорії та практики : зб. наук. праць. – Випуск 217. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2006. – Т. 3. – С. 704–714.

*Особистий внесок автора:* здійснено постановку задачі оцінки і аналізу експортних показників, виконано розрахунки та проаналізовано результати.

9. Клебанова Т. С. Аналіз та прогнозування експортних показників на основі методу «Гусениця-SSA» / Т. С. Клебанова, О. В. Захарова // Бізнес-інформ. – 2006. – № 7. – С. 3–9.

*Особистий внесок автора:* розроблено комплекс взаємопов'язаних механізмів, виконано розрахунки, проведено аналіз результатів.

10. Захарова О. В. Формування моделі конкурентоспроможності національної економіки / О. В. Захарова // Бізнес-інформ. – 2007. – № 9 (1). – С. 3–6.

11. Захарова О. В. Моделювання динаміки макроекономічних процесів з урахуванням ефекту довгої пам'яті / О. В. Захарова // Бізнес-інформ. – 2009. – № 2 (1). – С. 94–99.

*Тези доповідей на конференціях*

12. Захарова О. В. Зовнішньоторговельні зв'язки в моделі України / О. В. Захарова // Актуальні проблеми соціально-економічного розвитку в умовах ринкових перетворень : тези допов. Всеукр. наук. конф., (Харків, 16–17 квіт. 2004 р.) / Харк. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна. – Х. : Харк. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна, 2004. – С. 145–148.

13. Захарова О. В. Імітаційне моделювання макроекономічних процесів / О. В. Захарова // Сучасні проблеми гуманізації та гармонізації управління : тези допов. 6-ї Міжнар. міждисцип. наук.-практ. конф., (Харків, 3–9 лист. 2005 р.) / Харк. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна [та ін.]. – Х. : Харк. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна, Видавничий центр, 2005. – С. 241–242.

14. Захарова О. В. Деякі підходи до управління трансформаційними процесами на рівні макроекономіки / О. В. Захарова // Економічний і соціальний розвиток України в ХХІ столітті – національна ідентичність та тенденції глобалізації : тези допов. 3-ої Міжнар. наук.-практ. конф. (Тернопіль, 23–24 лют. 2006 р.) / Терноп. держ. екон. ун-т, Рада молодих вчених. – Тернопіль : Економічна думка, 2006. – Ч. 1. – С. 233–235.

15. Захарова О. В. Щодо економіко-математичного аналізу зовнішньоторговельних процесів в Україні / О. В. Захарова // Проблеми та перспективи економічного розвитку і міжнародної інтеграції : тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф., (Харків, 21–22 квіт. 2006 р.) / Харк. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна. – Х. : Харк. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна, 2006. – С. 161–163.

16. Захарова О. В. Моделювання механізмів формування експортної політики з урахуванням впливу нестационарного середовища / О. В. Захарова // Проблеми математичного моделювання : тези доп. Міждерж. наук.-метод. конф., (Дніпродзержинськ, 23–25 трав. 2007 р.) / Дніпродзерж. держ. техн. ун-т. – Дніпродзержинськ : Дніпродзерж. держ. техн. ун-т, Редакційно-видавничий відділ, 2007. – С. 85–86.

17. Захарова О. В. Дослідження сезонної складової при аналізі експорту товарів України / О. В. Захарова // Інноваційний розвиток України: наукове, економічне та правове забезпечення : тези допов. Всеукр. наук.-практ. конф., (Харків, 27–28 жовт. 2006 р.) / Харк. нац. екон. ун-т. – Х. : ФОП Александрова К. М.; ВД «ІНЖЕК», 2007. – С. 195–199.

18. Захарова О. В. Прогнозування товарної структури експорту / О. В. Захарова // Актуальні проблеми теорії та практики розвитку і міжнародної співпраці : тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф., (Харків, 20–21 квіт. 2007 р.) / Харк. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна. – Х. : Харк. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна, 2007. – С. 91–94.

19. Захарова О. В. Моделі експортних процесів / О. В. Захарова // Актуальні проблеми економічного та соціального розвитку виробничої сфери : тези доп. IV Міжнар. наук.-теор. конф., (Донецьк, 7–8 черв. 2007 р.) / Донецьк. нац. ун-т. – Донецьк: ДонНУ, 2007. – Т. 2. – С. 16–19.

20. Захарова О. В. Моделювання макроекономічних процесів в умовах нестационарного середовища / О. В. Захарова // Макроекономічна політика в Україні – проблеми науки та практики : тези допов. Міжнар. наук.-практ. конф., (Харків, 20–21 лист. 2007 р.) / Харк. нац. екон. ун-т. – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2007. – С. 132–135.

21. Захарова О. В. Моделирование нестационарной экономики / О. В. Захарова // Актуальные проблемы экономики и совершенствования правового регулирования в экономике : статьи и тезисы докл. 2-ой междунар. науч.-практ. конф., (Пятигорск, 5–6 мар. 2009 г.) / Международн. академия фин. технологий. – Пятигорск : МАФТ, 2009. – Ч. 1. – С. 515–521.

22. Захарова О. В. Моделювання нестационарного середовища економічної системи / О. В. Захарова // Проблеми глобалізації та моделі стійкого розвитку економіки : тези доп. I-ої Міжнар. наук.-практ. конф., (Луганськ, 25–27 бер. 2009 р.) / Східноукраїнск. нац. ун-т ім. В. Даля. – Луганськ : Ільков П. П., 2009. – С. 153–156.

23. Захарова О. В. Діагностика нестационарних характеристик часових рядів макроекономічних показників / О. В. Захарова // Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем : тези допов. Міжнар. наук.-практ. конф., (Харків, 9–10 квіт. 2009 р.) / Харк. нац. екон. ун-т. – Х. : ФОП Александрова К. М.; ВД «ІНЖЕК», 2009. – С. 23–26.

24. Захарова О. В. Комплекс моделей анализа, прогнозирования и регулирования макроэкономических систем в условиях нестационарной среды / О. В. Захарова // Государство и бизнес. Вопросы теории и практики: моделирование, менеджмент, финансы : материалы I-ой Межрегион. конф., (Санкт-Петербург, 20–22 апр. 2009 г.) / Северо-Западная академия государственной службы. – СПб. : СЗАГС, 2009. – С. 102–108.

#### АНОТАЦІЯ

**Захарова О.В. Моделювання макроекономічних процесів в умовах нестационарного середовища. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. – Харківський національний економічний університет, Харків, 2010.

У дисертаційній роботі розроблено концептуально-інструментальний базис моделювання макроекономічних процесів з урахуванням нестационарного середовища, що базується на системі взаємопов'язаних механізмів та економіко-математичних моделей, який дозволяє проводити якісні розрахунки та підвищувати ефективність управлінських дій. Побудовано модель типізації макроекономічних процесів; сформовано систему індикаторів нестационарності, до якої віднесено такі характеристики як біфуркаційність, фрактальність, циклічність, популяційність, ентальпійність та стійкість; визначено кількісні методи їх оцінки.

Розроблено механізми оцінки, аналізу й прогнозування динаміки макроекономічних процесів, що засновано на SSA-методі; побудовано оцінки впливу характеристик нестационарності на прогнозну динаміку макропоказників. Отримані у роботі високоякісні прогнозні рівні основних макроекономічних процесів, зокрема ВВП та експортних показників, з урахуванням індикаторів

нестационарності дозволяють вирішувати питання планування й регулювання макротраєкторій при управлінні соціально-економічними процесами у нестационарному середовищі.

**Ключові слова:** концептуально-інструментальний базис, макроекономічний процес, характеристики нестационарності, механізми оцінки, аналізу й прогнозування, SSA-метод.

## АННОТАЦІЯ

**Захарова О.В. Моделирование макроэкономических процессов в условиях нестационарной среды. – Рукопись.**

Диссертация на соискание научной степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.11 – математические методы, модели и информационные технологии в экономике. – Харьковский национальный экономический университет, Харьков, 2010.

Диссертационная работа посвящена актуальному научно-практическому вопросу разработки концептуально-инструментального базиса, представляющего собой комплекс моделей и механизмов оценки, анализа и прогнозирования динамики макроэкономических процессов с учетом нестационарности, что позволяет формировать эффективные научно-обоснованные управленческие решения.

Разработана модель типизации макроэкономических процессов по признаку стационарности / нестационарности. Сформирована система индикаторов нестационарности, к которой отнесены такие характеристики как бифуркационность, фрактальность, цикличность, популяционность, энтальпийность и устойчивость; определены методы количественной оценки заявленных индикаторов, что позволило учесть влияние нестационарности на структуру и динамику макропоказателей.

Предложен концептуально-инструментальный базис оценки, анализа и прогнозирования макроэкономических процессов, основанный на взаимодополнении положений таких современных методологий моделирования, как системная, логистическая, кибернетическая и синергетическая. Разработанный концептуальный базис макромоделирования включает логико-информационный, а также модельно-математический уровни. Модельная поддержка уровней осуществляется на основе взаимодействия семи механизмов, два из которых обслуживают первый, пять – принадлежат ко второму уровню. Каждый из механизмов включает комплекс взаимосвязанных множеств экономико-математических моделей, определяющих порядок формирования управленческих действий. С целью установления взаимодействий между модельными механизмами разработаны детализированные схемы их взаимосвязи. Адаптивные свойства моделей предложенного комплекса обеспечивают возможность его использования для исследования широкого круга макроэкономических процессов.

Предложен инструментальный прогнозирования динамики макроэкономических процессов, основанный на процедуре продолжения составляющих временного ряда, разложенных посредством SSA метода. Реализация разработанных моделей оценки

и анализа структуры макроэкономических процессов позволила получить качественное разложение временных рядов – выделить сложные тренды и периодики, определить периоды цикличности и выявить амплитуду их колебаний, что играет существенную роль в процессе формирования прогнозных траекторий.

Проанализирована структура и динамика основных макроэкономических показателей Украины – ВВП (валовой внутренний продукт), показателей экспорта в отраслевом и региональном разрезе, – за период 1996-2009 гг.; получено качественное разложение временных рядов рассмотренных макропоказателей, что позволило по каждой из выделенных составляющих получить качественные прогнозы. На базе моделей циклообразования разработаны механизмы оценки влияния характеристик нестационарности на прогнозные траектории динамики макроэкономических показателей. Установлены адекватные горизонты прогнозирования макропоказателей в зависимости от типа нестационарности и построены качественные прогнозные уровни, на основе SSA-разложения, что дало возможность получить улучшенные прогнозные оценки, и использовать полученные результаты как при планировании, так и при регулировании макроэкономических процессов в ходе формирования и принятия управленческих решений.

**Ключевые слова:** концептуально-инструментальный базис, макроэкономический процесс, характеристики нестационарности, механизмы оценки, анализа и прогнозирования, SSA-метод.

## SUMMARY

**Zakharova O. V. Modeling of Macroeconomic Processes in Non-stationary Circumstances. – Manuscript.**

Candidate of economic science's degree thesis on specialty 08.00.11 – Mathematical Methods, Models and Informational Technologies in Economics. – Kharkiv National Economic University, Kharkiv, 2010.

With the frameworks of the thesis it is worked out a conceptual-instrumental basis of macroeconomic process modeling taking into consideration non-stationary circumstances. The basis is grounded on a system of interrelated mechanisms and economic-mathematical models, which permits to accomplish quality calculations and to heighten efficiency of administrative actions. It is constructed the model of macroeconomic processes typification; system of non-stationary characteristics indicators is formed to which bifurcation, fractality, cyclical, population, enthalpy and stability are referred, quantitative methods of its evaluation are defined.

The mechanism of evaluation, analysis and forecasting of macroeconomic process dynamics based on SSA-method is worked out and also non-stationary characteristics impact estimations on forecasting dynamics of macroeconomic indices are constructed. Obtained with the framework of the thesis high-level forecast levels of the key macroeconomic indicators including GDP and export indices, taking into consideration non-stationary characteristics permits to solve the problems of planning and regulation of macrotrajectory within the management in non-stationary circumstances.

**Key words:** conceptual-instrumental basis, macroeconomic process, non-stationary characteristics, mechanisms of evaluation, analysis and forecasting, SSA-method.

Захарова Ольга Володимирівна

**МОДЕЛЮВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ  
НЕСТАЦІОНАРНОГО СЕРЕДОВИЩА**

Спеціальність 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні  
технології в економіці

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата економічних наук

Підписано до друку 25.08.2010 р. Формат 60×90/16.  
Папір офсетний. Друк офсетний. Обсяг 0,9 ум.-друк. арк.  
Наклад 100 прим. Зам. № 243.

---

Надруковано в міні-друкарні ТОВ «Рейтинг»  
61002, Україна, м. Харків, вул. Сумська, 37  
Тел. (057) 700-53-51, 714-34-26