

## ЕКОНОМІКО – МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ

УДК 339.977

### ВИКОРИСТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ МЕТОДІВ І МОДЕЛЕЙ В ДОСЛІДЖЕННЯХ ГЛОБАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

DOI 10.30838/ P.ES.2224.100119.229.360

**Мащенко С. О., к.е.н.,  
Гончарова К. В., к.е.н.,  
Варламова О. А.**

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури*

Сьогодні як ніколи є актуальною проблема підвищення якості коротко- та середньострокового прогнозування соціально-економічних процесів. Класичні методи прогнозування, що базуються на раціональному експертному мисленні та аналітичних процедурах досить часто не дозволяють створити точну та адекватну модель економічного явища чи процесу. Макроекономічна система – це взаємопов’язана система зв’язків між економікою в цілому та її господарськими суб’єктами. Об’єктом макроекономічного аналізу виступає економічна система в цілому та її агреговані параметри. Було виділено такі проблеми макроекономічної політики: забезпечення ефективного функціонування економіки; повна зайнятість; мінімальний рівень інфляції; перерозподіл доходів; забезпечення стійкого економічного зростання держави; регулювання макроекономічних процесів відкритої економіки тощо. Доведено, що у теперішній час у світі сформувався три провідні системи планування та регулювання: північно-американська (США, Канада), азіатська (Японія та Південна Корея), європейська (Франція та Швеція). Лідером у прогнозуванні є США. Прогнозування в США вважається однією з важливіших форм регулювання економіки. Було досліджено основні сучасні моделі динаміки соціально-економічних процесів та систем різних рівнів, теоретичні засади побудови та реалізації макроекономічних моделей державної політики. Розглянуто можливості їх застосування в дослідженнях глобальної економіки.

**Ключові слова:** глобальна економіка; системний підхід; моделювання соціально-економічних систем; макроекономічне моделювання; державне регулювання та управління

UDC 339.977

**ВИКОРИСТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ МЕТОДІВ І МОДЕЛЕЙ В ДОСЛІДЖЕННЯХ ГЛОБАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ**

DOI 10.30838/ P.ES.2224.100119.229.360

**Maschenko S., PhD in Economics,  
Honcharova K.V., PhD in Economics  
Varlamova O.***Prydniprovska state academy of civil engineering and architecture*

Today, the problem of improving the quality of short- and medium-term forecasting of socio - economic processes has become more urgent than ever. Classical forecasting methods based on rational expert thinking and analytical procedures often do not allow the creation of an accurate and adequate model of an economic phenomenon or process. The macroeconomic system is an interconnected system of links between the economy as a whole and its economic entities. The object of macroeconomic analysis is the economic system as a whole and its aggregate parameters. The following problems of macroeconomic policy are distinguished: ensuring the effective functioning of the economy; full employment; the minimum inflation rate; redistribution of income; ensuring sustainable economic growth of the state; regulation of macroeconomic processes of an open economy, etc. It has been substantiated that currently, the world has formed three leading planning and regulatory systems: North American (USA, Canada), Asian (Japan and South Korea), European (France and Sweden). The leader in forecasting is the United States. Forecasting in the United States is considered one of the most important forms of regulation of the economy. The main contemporary models of the dynamics of socio-economic processes and systems of different levels, theoretical principles of the construction and implementation of macroeconomic models of state policy have been researched. The possibilities of their application in studies of the global economy have been considered.

**Keywords:** global economy; system approach; modeling of socio-economic systems; macroeconomic modeling; state regulation and management

**Актуальність проблеми.** Функціонування соціально-економічних систем являє собою складний процес, зумовлений великою кількістю різноманітних факторів. На сьогодні дуже незначна частина завдань, що розв'язуються в процесі державного управління, мають аналітичну підтримку у вигляді моделей керованих процесів та систем [1]. Система державного управління є переплетінням множини структур та процесів різної природи, кожен з яких функціонує у взаємодії та тісній інтеграції з іншими процесами та системами. Прийняття задовільних рішень з прогнозованою ефективністю неможливе без аналітичної підтримки та

передбачає використання більш-менш формалізованої моделі керованого об'єкта. Модель процесу прийняття рішення в галузі державного управління відображає особливості процедур підготовки та вибору рішень, участь у них адміністрації відповідних рівнів, зв'язок ресурсів та зовнішніх умов із станом керованої соціально-економічної системи та результатами впровадження рішень.

Таким чином, при побудові моделей соціально-економічних процесів необхідно вирішувати завдання як декомпозиції структур та процесів, так і їх інтеграції в єдину системну модель з урахуванням мінливих умов зовнішнього середовища.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На даний момент спостерігається швидкий розвиток методів математичного моделювання як локальних, так і глобальних соціально-економічних процесів [1; 2]. Для визначення основних характеристик та вимог, яким має задовольняти математична модель соціально-економічних систем за критеріями її ефективного використання в державному управлінні, необхідно насамперед встановити межі застосування формальних методів у процесах прийняття рішень. Необхідно зазначити, що ефективність формальних методів прийняття рішень значною мірою визначається їх інтеграцією в комп'ютерні системи. Це зумовлено наявністю великої кількості елементів та зв'язків у системах, що моделюються; необхідністю проведення багатьох обчислень та можливістю застосування розвинутих інтерфейсів користувачів, що дає змогу успішно використовувати такі методи користувачам без спеціальної підготовки щодо формальних математичних методів.

Можна виділити три основних типи комп'ютерних систем [2], що доцільно застосовувати при моделюванні динаміки соціально-економічних процесів: системи автоматичного керування із змінними керуючими впливами, експертні системи та системи підтримки прийняття рішень.

Математичне моделювання процесів у державному управлінні передбачає прогнозування подальшого розвитку подій, що може бути спричинено певним прийнятим рішенням, надання особам, що приймають рішення, повної та достовірної інформації про можливі наслідки їх дій. Таким чином, найбільш прийнятним застосуванням

формальних методів моделювання соціально-економічних процесів постає побудова СППР, що інтегрує сучасні експертні технології.

**Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми.** Безперечно важливими для державного управління є критерії ефективності й швидкості прийняття рішень у постійно мінливих зовнішніх та внутрішніх умовах, вмотивованості виконавців та результативності впровадження рішень. Проте для адекватного опису закономірностей розвитку соціально-економічних процесів та управління ними необхідне проведення досліджень, що базуються на системному підході, використовують провідні сучасні методики та забезпечують прийнятну якість рішень у державному управлінні. Подальшого дослідження потребує проблема розробки процедур оцінювання якості управління, які необхідні для обґрунтування оптимізаційних заходів, програм дій та управлінських рішень у державному управлінні.

**Мета роботи.** Завдання статті полягає у дослідженні основних сучасних методів та підходів до моделювання динаміки соціально-економічних систем, а також з урахуванням світового досвіду визначенні напрямків формування сучасних економічних теорій і побудови економетричних та інших моделей..

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В роботі досліджуються методи побудови моделей динаміки соціально-економічних процесів і систем різних рівнів, які певною мірою базуються на засадах системного підходу.

Перші моделі використовувались як ілюстрація до проблеми дослідження [14]. У 1576 р. француз Ж. Боден здійснив спробу обґрунтувати зміну рівня цін як результат зміни співвідношення між кількістю грошей і товарів. Ця теорія стала основою монетарної теорії і першою інфляційною моделлю.

У 1758 р. французький фізіократ Ф. Кене розробив першу макроекономічну модель господарського кругообігу “Економічну таблицю” за аналогією кругообігу людини. А. Сміт створив класичну макроекономічну модель, яка пояснювала процеси саморегулювання ринку через механізм ціноутворення.

Д. Рікардо запропонував модель міжнародної торгівлі. К. Маркс використав схематичні моделі для відображення процесу розширеного відтворення.

У XIX ст. свій внесок у моделювання економічних процесів зробили математики – представники неокласицизму А. Пігу, Л. Вальрас, В. Парето, К. Менгер, Ф. Еджворт. Ними створено інструментарій макрота мікроекономічного аналізу: еластичність попиту, граничний аналіз, коротко- та довгостроковий періоди, взаємозалежність ринків. В їх працях сформульовано основні принципи маржиналізму.

Наприкінці XIX – поч. XX ст. в економічній науці набув розвитку статистичний напрямок, який досліджував і прогнозував циклічний розвиток економіки на основі моделей та методів математичної статистики. Уперше математична статистика була використана в біології англійським ученим К. Пірсоном для вивчення кривих розподілу чисельних характеристик людського організму.

У 1930–50 рр. було започатковано економіко-математичний напрямок моделювання. У 1938-39 рр. ленінградський математик Л. Канторович (1912 – 1986) сформулював завдання лінійного програмування і запропонував методи їх вирішення. Моделі радянської економіки будувались на основі економіко-математичних досліджень. Вони охоплювали багаторівневі системи, були досить складними і здебільшого формальними.

Сучасні моделі вирізняються різноманітністю та потужним використанням математичного апарату [14].

Усі моделі будуються за певними припущеннями країни. Вона розробляється переважно як соціально-економічна програма. Економічна тактика – це розроблення й упровадження ефективних господарських форм і методів реалізації економічної стратегії. За своєю сутністю економічна тактика передбачає забезпечення господарським механізмом цілей і напрямів стратегічного розвитку економіки країни [10].

У розвинутих державах економічна тактика базується на фінансово-грошовому регулюванні, яке доповнюється ціновою, податковою, інвестиційною, структурною, науково-технічною, регіональною, антимонопольною та іншою політикою. За Д. Стігліцем [15], держава користується певними правами примусу, яких позбавлені приватні компанії.

Існують різні моделі розроблення державної економічної політики. Залежно від того, хто посідає провідні позиції, висуваючи цілі та завдання, розробляючи заходи і програми, можна виділити три моделі.

Модель перша – “згори-вниз”, коли рішення приймають на вищих рівнях управління, а потім доводять їх до нижчих рівнів і, нарешті, до конкретних виконавців. Друга модель – “знизу-вгору”, за якої формування політики починається з низових структур державного управління, коли активно залучаються громадські групи й організації, що беруть участь у розробленні і здійсненні різних програм і проектів. На основі їхніх пропозицій і думок опрацьовується цілісна державна економічна політика. “Змішана”, третя, модель об’єднує ці два підходи, тобто передбачає механізм залучення до розроблення політики громадян і державних службовців за сильного централізованого управління.

Проте за будь-яких моделей і типів державної економічної політики її результативність насамперед залежить від того, якою мірою органи державного управління додержуються основоположних адміністративних цінностей, характерних для демократичних держав, а саме: надійності, прозорості, підзвітності, адаптованості, ефективності.

Розробки у сфері економічного прогнозування в зарубіжних країнах виникли в останній чверті ХІХ ст.

Вони були пов’язані зі спробами дослідників виявити майбутні тенденції виробництва основних продуктів на основі аналізу поведінки статистичних даних, які знаходяться в їх розпорядженні. Головними методами прогнозування тоді були експертні оцінки та звичайна екстраполяція.

На початку ХХ ст. були зроблені перші спроби виявлення економічних індикаторів. У 1911 р. Дж. Брукмайер спробував використовувати для прогнозування три хронологічних ряди таких показників: індекс банківських кредитів, індекс цін акцій, індекс загальної економічної активності. Подальший розвиток цей підхід одержав у 1920-ті рр. у дослідженнях Гарвардського університету. За основу були взяті “гарвардські криві”: індекс вартості цінних паперів на біржі, величина депозитів у банках, норма відсотка.

Поштовхом у подальшому розвитку прогнозування та планування у світі стала світова економічна криза 1929 – 1933 рр. У 1930-ті рр. за кордоном уперше виникає планування на макрорівні. Найбільшу популярність отримала Гарвардська школа економічних барометрів (барометрів розвитку), яка повинна була передбачати майбутню кон’юнктуру, тобто прогнозувати поведінку товарного і грошового

ринків. Макроекономічне моделювання вже декілька десятиліть використовується як зручне знаряддя аналізу, імітації та прогнозування економічних процесів у державних і недержавних установах багатьох країн. Макроекономічна модель Франції була розроблена в 1960-х рр. і мала назву FIFI. У ній було 2000 рівнянь, до яких входили такі, що характеризували поведінку суб'єктів господарювання та елементи фінансового моделювання. Для моделювання фінансових потоків було розроблено моделі MEFISTO та BAF, для дослідження міжнародної кон'юнктури – MOSAIQUE та MIMOZA. Усім моделям була властива тенденція: спочатку – ускладнення, потім – перехід до спрощених та зручних у користуванні моделей.

Загальною ознакою всіх моделей є неокейнсіанський підхід. Більшість макроеконометричних моделей США ґрунтується на кейнсіанському підході до визначення доходу або ВВП та його основних компонент [12]. Моделі використовуються за трьома напрямками: структурного аналізу (визначення мультиплікаторів), прогнозування обсягів і темпів зміни ВВП), оцінки ефективності економічної політики (аналіз ефективності державних витрат чи змін рівня оподаткування).

Найчастіше в моделях використовуються такі змінні: споживання, інвестиції, урядові витрати, чисті іноземні інвестиції, доходи, ціна, заробітна плата, відсоткові ставки, зайнятість, безробіття, виробництво, активи.

Першою макроеконометричною моделлю для дослідження ділових циклів Америки протягом 1919 – 1932 рр. була модель Я. Тінбергена. Це була перша спроба кількісного вивчення предмету аналізу бізнес-циклів. Модель Валаваніша враховувала статистичні спостереження з 1869 по 1953 рр. і була спрямована на вивчення довгострокового періоду розвитку. Макроеконометричні моделі України є найбільш вагомими аналітичними та прогнозними знаряддями для дослідження проблем макроекономічного розвитку країни. На початку 70-х рр. ХХ ст. американський учений Форестер запропонував метод системної динаміки, який передбачає узагальнення кількісних даних про розвиток сучасної цивілізації та базується на імітаційних комп'ютерних дослідженнях міждисциплінарного характеру [2; 3]. Досліджуваний процес у методі системної динаміки розглядається у вигляді діаграми, що складається з петель позитивного та негативного зворотного зв'язку, й

потім моделюється з використанням систем диференціальних рівнянь. На основі цього методу були розроблені моделі динаміки підприємства, динаміки міста, національної динаміки та модель світової системи [3], основними параметрами якої є рівні населення, капіталовкладень, природних ресурсів, фондів сільського господарства, забруднення навколишнього середовища. Форестер визначив, що адекватність моделювання соціально-економічних систем, зокрема національного рівня при державному управлінні, може бути значною мірою підвищена за допомогою широкого застосування нелінійності, що здатна забезпечити сталість моделі по відношенню до варіацій значень параметрів та обмежити амплітуду коливань значень вихідних величин. У методології системної динаміки нелінійність полягає у чергуванні домінуючих петель зворотного зв'язку. Це положення може бути проілюстроване на прикладі динаміки кількісних змін у популяції живих істот, так званій логістичній еволюції[4]. На початковому етапі, коли популяція відносно невелика, її збільшення має експоненціальний характер, тобто темп зростання пропорційний чисельності популяції. Це означає домінування петлі позитивного зворотного зв'язку. Але як тільки чисельність популяції досягне певного рівня, її зростання сповільнюється і поступово стає рівним нулю, тобто вмикається петля від'ємного зворотного зв'язку, який спочатку нейтралізує вплив петлі позитивного зворотного зв'язку, а потім приводить систему в стан рівноваги.

Цей стан зберігається доти, доки в системі не відбудуться певні зміни якісного характеру, здатні порушити рівновагу. Таким чином, має місце чергування періодів експоненційного зростання та стабільності системи [4].

Схожі явища в соціально-економічних макросистемах вперше описані російським економістом Кондрат'євим [5]. Він довів існування циклів (довгих хвиль) у динаміці розвитку великих соціально-економічних систем за допомогою статистичного аналізу динамічних рядів великої кількості економічних показників. Кожний такий цикл продовжується близько 50 років та складається з чотирьох фаз: процвітання, спаду, депресії та поновлення.

Такі фази життєвого циклу є характерними для багатьох соціально-економічних об'єктів: держав, підприємств, особистостей, винаходів тощо.



Дослідження Форестера ініціювали виникнення нового наукового напрямку - глобалістики як системи міждисциплінарних знань, що стосуються найважливіших проблем міждержавного та світового рівнів. Сучасні глобалістичні дослідження мають три аспекти: дослідження сутності та конкретних проявів проблем глобального розвитку; пошук рішень таких проблем; прогнозування перспектив світової спільноти в контексті планетарної проблематики. Однією з найбільш популярних ідей дослідження цих проблем є концепція сталого розвитку людства, яке задовольняє сучасні потреби, але не ставить під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти власні потреби [2].

У галузі державного управління концепція сталого розвитку разом з демографічними, енергетичними та екологічними складовими глобальних проблем, зокрема, передбачає дослідження соціальних і політичних проблем, розробку стратегій розвитку.

Наприкінці 80-х рр. німецький учений В.Вайдліх розробив методику побудови математичних моделей соціальних систем [6]. Методика базується на описі поведінки соціальної системи за допомогою макрозмінних (наприклад показники споживання товарів, інвестиції, політичні й релігійні погляди). Розв'язки таких моделей, як правило, відповідають одному з наступних випадків:

1. Система може досягнути сталого стану по відношенню до макрозмінних; у складних стаціонарних моделях можливе існування кількох стаціонарних станів.

2. Система може вести себе квазіциклічно, тобто наблизатись до граничного циклу або періодично повертатись в певну область значень змінних.

У [4] наведені приклади моделювання відповідно до схеми циклів Кондратьєва та на якісному рівні - взаємодії народу та уряду.

Ще одна цікава модель складної соціальної системи - модель Р.Ханемана - базується на теорії Парето [7]. Система суспільства має три підсистеми: матеріальне виробництво, культура та політичне управління. Функціонування кожної підсистеми визначається за допомогою зворотних зв'язків.

Підсистема політичного управління коливається між максимальною централізацією та максимальною децентралізацією влади. Збільшення ступеню централізації управління спричиняє опір, що призводить до

більшої децентралізації; збільшення обсягів інвестування призводить до зростання виробництва; посилення традиціоналізації (консерватизму) - до обмеження підприємництва; економічна експансія сприяє лібералізації та децентралізації влади. Підсистема культури за Парето є саморегулюючою, проте стан динамічної рівноваги в ній підтримується переходом від кризи до кризи, а саме: якщо культура стає достатньо традиційною (консервативною), виникає так звана криза відчуження, яка призводить до зростання інтелектуальної свободи в суспільстві. Ця тенденція, у свою чергу, призводить до нової кризи у вигляді краху культурних традицій, що породжує опір, це спричиняє виникнення нових традицій і канонів. Ханеман описав основні положення теорії Парето в термінах системної динаміки та виконав серію обчислювальних експериментів за двома сценаріями. За першим припускалось, що системи суспільства функціонують ізольовано одна від одної. Виявилось, що в цьому випадку в підсистемах політичного управління і культури мають місце циклічні коливання, у той час як підсистема економіки перебував стані рівноваги. За другим сценарієм були враховані зв'язки між підсистемами, що призвело до появи в підсистемі економіки циклічних коливань, причиною яких були стимули з підсистем культури та управління. Хвилі в економіці, у свою чергу, збільшують амплітуду циклів у політиці та культурі. На окрему увагу заслуговує розроблена У.Лютербахером модель SIMPEST - комп'ютерна динамічна модель взаємовідносин між державами, кожна з яких, у свою чергу, описується індивідуальною моделлю, що складається із системи пов'язаних один з одним інтегро-диференційних рівнянь[8].

Структура моделі держави складається з трьох секторів: 1) урядового; 2) економіки та ресурсів; 3) внутрішньої політики. Крім взаємодії секторів у межах кожної держави, існує взаємодія урядових секторів різних держав, що дає змогу розглядати моделювання міжнародних відносин. Модель SIMPEST достатньо адекватно прогнозує динаміку певних показників, але має й певні недоліки. На відміну від моделі Ханемана модель Лютербахера базується на передумові, що державна політика визначається переважно економічними факторами. Такий підхід за певних обставин може призвести до зменшення адекватності результатів моделювання.

Останні десятиріччя під час опису соціально-економічних систем деякі дослідники вдаються до використання об'єктно-орієнтовного підходу [2]. Він передбачає, що будь-яка сутність або сутнісне утворення, організація або окремих елемент, що сприймаються системою, визначається як соціально-економічний об'єкт, співвіднесений з певним класом, екземпляром якого є цей об'єкт. Клас детермінує правила поведінки об'єкта, які інтерпретуються залежно від сучасної ситуації у вигляді дій по відношенню до інших об'єктів, зокрема до об'єкта самої системи, відношенню до процесів та реакції на події.

**Висновки.** Розробка та використання математичних методів моделювання в аналізі та управлінні соціально-економічними процесами в останні роки набуває все більшого поширення. Проте формальні методи опису та моделювання саме проблем соціально-економічного характеру на основі принципів системного аналізу на сьогодні є найменш розробленими порівняно з іншими аспектами досліджень.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Малиновський В. Я. Державне управління : навч. посіб. / В. Я. Малиновський - К. : Атіка, 2003. - 576 с.
2. Згуровский М. З. Исследование социальных процессов на основе методологии системного анализа / М. З. Згуровский, А. В. Доброногов, Т. Н. Померанцева. - К. : Наук. думка, 1997. - 222 с.
3. Форрестер Дж. Мировая динамика / Дж. Форрестер. - М. : Наука, 1977. - 168 с.
4. Пригожин И. Порядок из хаоса / И. Пригожин, И. Стенгерс. - М. : Наука, 1986. - 260 с.
5. Кондратьев Н. Д. Проблемы экономической динамики. - М. : Финансы и статистика, 1989. - 278 с.
6. Weidlich W. Stability and Cyclicity in Social Systems / W. Weidlich // Behavioral Science. - 1988. - 33. - P. 241-256.
7. Плотинский Ю. М. Математическое моделирование динамики социальных процессов / Ю. М. Плотинский. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 1992. - 133 с.
8. Luterbacher U. Modeling politico-economic interactions within and between nations / U. Luterbacher, P. Allan // Int. Polit. Sci. Rev. - 1982. - 3, N 4. - P. 404-433.
9. Richardson L. Arms and insecurity / L. Richardson. - Pittsburg : Voxwood, 1960. - 210 p.
10. Беляєв О. О. Економічна політика : навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. О. Беляєв, А. С. Бебело, М. І. Диба. - К. : КНЕУ, 2004. - 285 с.
11. Веймер Д. Аналіз політики : Концепції і практика / Девід Л. Веймер, Ейден Р. Вайнінг. - К. : Основи, 1998. - 654 с.

12. Макроекономічне моделювання та короткострокове прогнозування /за ред. І. В. Крючкової. – Х. :Форт, 2000. – 336 с.
13. Малиш Н. А. Макроекономіка : навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / Н. А. Малиш. – [3-тє вид. стереотип.]. – К. : МАУП, 2007. – 184 с.
14. Малиш Н. А. Моделювання економічних процесів ринкової економіки : навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / Н. А. Малиш. – К. : МАУП, 2004. – 120 с.
15. Стігліц Д. Економіка державного сектора / Дж. Е. Стігліц. – К. : Основи, 1998. – 854 с.

## REFERENCES:

1. Malinovskiy V. Ya. (2003). *Derzhavne upravlinnya : navch. posib [State Administration: Teach. manual]*. K. : Atika [in Ukrainian].
2. Zgurovskiy M. Z., Dobronogov A. V., Pomerantseva T. N. (1997). *Issledovaniye sotsialnykh protsessov na osnove metodologii sistemnogo analiza [Study of social processes based on the methodology of system analysis]*. K. : Nauk. dumka [in Russian].
3. Forrester Dzh (1977). *Mirovaya dinamika [World Dynamics]*. M. : Nauka [in Russian].
4. Prigozhin I., Stengers I. (1986). *Poryadok iz khaosa [Order from Chaos]*. M. : Nauka [in Russian].
5. Kondrat'yev N. D. (1989). *Problemy ekonomicheskoy dinamiki [Problems of economic dynamics]*. M. : Finansy i statistika [in Russian].
6. Weidlich W. (1998). Stability and Cyclicity in Social Systems. *Behavioral Science*, 33, 241-256.
7. Plotinskiy Yu. M. (1992). *Matematicheskoye modelirovaniye dinamiki sotsialnykh protsessov [Mathematical modeling of the dynamics of social processes]*. M. : Izd-vo Mosk. un-ta [in Russian].
8. Luterbacher U., Allan P. (1982). Modeling politico-economic interactions within and between nations. *Int. Polit. Sci. Rev.*, 3, 4, 404-433.
9. Richardson L. (1960). *Arms and insecurity*. Pittsburg : Boxwood.
10. Belyaev O. O., Bebelo A. S., Diba M. I. (2004). *Ekonomichna politika. [Economic policy]*. K. : KNEU [in Ukrainian].
11. Veymer D., Vayning R. (1998). *Analiz politiki : Kontseptsii i praktika [Analysis of Policies: Concepts and Practice]*. K. : Osnovi [in Ukrainian].
12. Kryuchkova I. V. (2000). *Makroyekonomichne modelyuvannya ta korotkostrokovye prognozuvannya [Macroeconomic modeling and short-term prediction]*. KH. : Fort [in Ukrainian].
13. Malish N. A. (2007). *Makroekonomika [Macroeconomics]*. K. : MAUP [in Ukrainian].
14. Malish N. A. (2004). *Modelyuvannya ekonomichnikh protsesiv rinkovoї ekonomiki [Modeling of economic processes of market economy]*. K. : MAUP [in Ukrainian].
15. Stiglits D. (1998). *Ekonomika derzhavnogo sektora [The economy of the government sector]*. K. : Osnovi [in Ukrainian].