

альної структури управління виробничим підприємством з урахуванням функції ризик менеджменту та специфіки діяльності досліджуваного підприємства.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Ігнат'єва І.А. Інноваційні підходи адаптації організаційних структур управління підприємств до принципів корпоративного управління / І.А. Ігнат'єва, В.С. Кудлай, О.Ю. Євлах // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2008. – Т. 2. – № 3. – С. 108-111.
2. Калюжна Н.Г. Удосконалення організаційної структури управління машинобудівного підприємства : автореф. дис. ... к.е.н. ; 08.06.01 / Н.Г. Калюжна. – Луганськ : Східноукраїнський нац. ун-т ім. Володимира Даля, 2005. – 19 с.
3. Метеленко Н.Г. Формування організаційної структури управління як складової внутрішнього господарського механізму промислового підприємства / Н.Г. Метеленко // Інвестиції: практика та досвід. – 2009. – № 10. – С. 46-49.
4. Продіус І.П. Удосконалення організаційної структури управління промислового підприємства / І.П. Продіус, М.П. Прістуга // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2012. – № 3-4(4-5). – С. 17-22.
5. Петренко С.А. Порівняльний аналіз моделей організаційних структур підприємства / С.А. Петренко // Бюлетень Міжнародного Нобелівського економічного форуму. – 2010. – № 1(3). – Т. 2. – С. 245-252.
6. Седікова І.О. Види організаційних структур управління служби маркетингу на підприємстві сокової галузі / І.О. Седікова // Економіка харчової промисловості. – 2013. – № 4(20). – С. 21-26.
7. Fox M.S., Gruning M. Enterprise Modeling // American Association for Artificial Intelligence. AI Magazine. – 1998. – 19, № 3. – P. 109-121.
8. Писаревський І.М. Менеджмент організацій : навч. посібник / І.М. Писаревський, Л.А. Мохріна, О.В. Познякова. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 133 с.
9. Волкова В.Н. Основы теории систем и системного анализа / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – СПб. : Изд-во СПбГТУ, 1999. – 512 с.
10. Марковський О.В. Моделювання структури та управління ризиками в діяльності комерційного банку : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.11 / О.В. Марковський; Класичний приватний університет. – Запоріжжя, 2010. – 206 с.
11. Клименко С.Є. Механізми реструктуризації машинобудівного підприємства з урахуванням аналізу ринку : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04 / С.Є. Клименко; Класичний приватний університет. – Запоріжжя, 2011. – 207 с.
12. Клейнер Г.Б. Эволюция институциональных систем / Г.Б. Клейнер. – М. : Наука, 2004. – 240 с.
13. Моделювання структури життєздатних соціально-економічних систем : монографія / [Л.Н. Сергєєва, А.В. Бакурова, В.В. Воронцов, С.О. Зульфугарова]. – Запоріжжя : КПУ, 2009. – 200 с.
14. Структурна гармонізація економіки як чинник економічного зростання / [О.Г. Білоцерківець, Т.В. Бурлай, Н.Ю. Гончар, Н.І. Горшкова, І.В. Крючкова]; Інститут економіки та прогнозування НАН України / [І.В. Крючкова (ред.)]. – К. : Експрес, 2007. – 520 с.

УДК 330.47

**Підгородецька В.М.**

*старший викладач кафедри програмної інженерії  
Хмельницького національного університету*

## МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ Й МОДЕЛЮВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ

У статті висвітлюються поняття моделі та математичного моделювання економіки. Проводиться аналіз відомих моделей макроекономіки. Обґрунтовується побудова динамічної моделі валового внутрішнього продукту методом математичних приростів.

**Ключові слова:** динамічні моделі, математичне моделювання економіки, ВВП, метод економічних гіпотез, метод математичних приростів.

### **Подгородецкая В.Н. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ**

В статье освещаются понятия модели и математического моделирования экономики. Проводится анализ известных моделей макроекономики. Обосновывается построение динамической модели валового внутреннего продукта методом математических приращений.

**Ключевые слова:** динамические модели, математическое моделирование экономики, ВВП, метод экономических гипотез, метод математических приращений.

### **Pidgorodetska V.M. MATHEMATICAL MODELS AND MODELING MACROECONOMIC DYNAMICS**

The article deals with idea of model and mathematic economic's simulation. The analysis of well known macroeconomics' model is presented. The construction of dynamics model of GDP by the method of mathematical growth is grounded.

**Keywords:** dynamic models, mathematic economic's simulation, GDP, method of economical hypothesis, mathematic's increase method.

**Постановка проблеми.** Дуже часто буває, що побудована нами модель описує одне, а реальний процес поводитьсь зовсім по-іншому. Це означає, що при конструюванні моделі ми знехтували якимись важливими рисами. Це значить, що наша модель досить неточна, поверхнева, не торкається істотних особливостей досліджуваного явища, не відображає достатньо повно його внутрішніх механізмів. У такій проблемній ситуації ми повертаємось до початку, намагаємось відшукати вірні вихідні позиції, уточнити нашу модель, а якщо вже вона виявилася зовсім непридатною, побудувати нову модель, спи-

раючись на принципово інші припущення. І так багато разів, уточнюючи, ускладнюючи, перевіряючи і відкидаючи невірне, ми намагаємось наблизитись до істини.

У зв'язку з цим виникає нагальна потреба в чіткому усвідомленні таких понять, як математична модель й моделювання макроекономіки, висвітлені, по можливості, різних підходів до побудови математичної моделі. У цій роботі ми дамо обґрунтування двох способів формування динамічної моделі валового внутрішнього продукту: методу економічних гіпотез і методу математичних приростів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням теорії економічної динаміки та економіко-математичному моделюванню присвячена значна кількість праць як вітчизняних, так і зарубіжних авторів. Вивченням теоретичних та практичних аспектів економіки займалися, зокрема, Р.Ф. Харрод, В.В. Вітлінський, Є.В. Кочура, В.М. Косарев, М.П. Войнаренко, О.О. Орлов, Н.А. Хрущ, Т.П. Завгородня, В.І. Малихін, В.А. Колемаєв, Н.І. Холод, В.В. Федосєєв, С.І. Шелобаєв, Ю.Г. Лисенко, В.Л. Петренко, А.Н. Марюта, Н.Є. Бойцун, О.О. Бакаєв, А.Г. Гранберг, В.І. Гриценко, Л.І. Бажан, К.А. Бобер та інші. Завдяки роботам цих вчених сформульовано підґрунтя для подальших наукових досліджень.

**Формулювання цілей статті.** Мета дослідження – висвітлити поняття моделі та математичного моделювання економіки, проаналізувати відомі моделі макроекономіки, обґрунтувати метод математичних приростів побудови моделі динаміки валового внутрішнього продукту.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Поняття моделі є всеохоплюючим і одним із найдавніших [1, с. 109]. Воно таке ж давнє, як і поняття «число», хоча б тому, що число – це теж одна з моделей. І оскільки числами люди користувалися з давніх давен, то виходить, що поняття «модель» дуже давнє.

Насправді у різних випадках замість «модель» говорять: схема, образ, уявлення, відображення, креслення тощо. Хореограф конструє танець не на сцені, а на папері, де партнери зображуються квадратами, а партнерки – кружками. Ця схема – модель майбутнього танцю. Композитор, склавши мелодію, записує її за допомогою нот. Ноти мелодії – її модель. Економіст вихідний об'єкт дослідження замінює його «образом» – математичною моделлю для подальшого її вивчення засобами аналітичних методів та обчислювально-логічних алгоритмів.

Моделі можуть відрізнятися одна від одної насамперед тим, що при їх складанні переслідувалися різні цілі. Скажімо, тренер футбольної команди, складаючи схему гри, розглядає кожного гравця з погляду його швидкості, уміння володіти м'ячем, зіграності з командою, морально-вольових якостей та ін. На відміну від цього, митний чиновник, який оформляє виїзд команди за кордон, уявляє собі кожного гравця як набір анкетних даних: прізвище, ім'я, рік народження, громадянство тощо. Його модель гравця відрізняється від моделі тренера іншою точкою зору. Обидві ці моделі не влаштовують кравця, який шие футболістам олімпійську форму. Для нього футболіст (точніше, його модель) – це упорядкований набір чисел, кожне з яких позначає відповідний розмір.

Після усього викладеного немає потреби багато говорити про необхідність моделей у науці. Задача вченого – передбачити характер явищ і хід процесів. Але далеко не всі процеси та явища можна заздалегідь вивчити в натурі, в експерименті, щоб потім у потрібний момент відомості про них витягти з каталогу. Еволюція живих істот протікає мільйони років, до зірок мільйони мільйонів кілометрів, а деякі елементарні частинки живуть мільйонні долі секунди. До всіх цих реальностей не доберешся, їх замінюють моделями. Багато процесів проходить у прийнятний термін і на прийнятній відстані, але або багато коштують, як запуск космічної ракети, або важкодоступні, як плавка металу в доменній печі. Знання про ці процеси також здобуваються з їхніх моделей.

Але справа навіть не в дорожнечі та важкодоступності. Сам характер науки припускає вивчення

не одного окремого конкретного явища, а широкого класу споріднених явищ, необхідність формулювання якихось загальних категоричних тверджень, які й називаються законами. Зрозуміло, що за такого формулювання багатьма подробицями, властивими окремим явищам, нехтують. Для яскравішого виявлення закономірностей дослідник свідомо йде на огрубіння, ідеалізацію, схематичність. Іншими словами, він вивчає не саме нескінченно складне й глибоке реальне явище, а його більш-менш точну копію, його модель.

Відповідно до закону Ньютона, два тіла, притягаються одне до одного із силою, пропорційною добутку їхніх мас і обернено пропорційною квадрату відстані між ними, – ці два тіла не мають розмірів. Передбачається також, що в просторі немає інших тіл, окрім цих двох. Зрозуміло, що це ідеалізована ситуація, тобто модель. При її побудові ми нехтуємо такими несуттєвими у даному разі деталями, як розміри і форми тіл чи вплив сторонніх мас.

Саме так відбувається з усіма науковими законами про моделі. Тому немає нічого дивного чи крामольного у тому, що деякі наукові теорії визнаються згодом непридатними. Це не означає катастрофи світу. Просто одна модель світу замінюється іншою, більш точною.

Особливу роль у науці відіграють математичні моделі. Будівельний матеріал і інструменти цих моделей – математичні поняття – накопичувалися і удосконалювалися протягом тисячоліть. Цей розвиток не вимагав ні надчистих реактивів, ні синхрофазотронів, ні дослідних ділянок, а лише тихої кімнати, паперу й олівця. Можливо тому ще до епохи ЕОМ він сягнув досить далеко, і сучасна математика у своєму арсеналі містить винятково могутні й універсальні засоби дослідження.

Придивляючись до досліджуваного об'єкта чи явища, учений виділяє ті його особливості, риси і деталі, що, з одного боку, містять про об'єкт більш-менш повну інформацію, а з іншого боку – «допускають математичну формалізацію». Останнє означає, що цим особливостям і деталям можна поставити у відповідність придатні математичні об'єкти – числа, функції, матриці тощо. Тоді зв'язки і відносини, виявлені чи передбачувані в досліджуваному об'єкті між окремими його деталями і складовими частинами, можна буде записати за допомогою математичних відносин – рівностей, нерівностей, рівнянь тощо. У результаті виходить математичний опис механізму досліджуваного явища. Цим самим породжується математична модель.

Якщо модель являє собою систему рівностей між функціями та їхніми похідними, то для її вивчення залучається добре розвинута в даний час аналітична теорія диференціальних рівнянь; якщо перед нами матричні рівності, то ми маємо скористатися відповідними розділами алгебри. При цьому використовуються весь арсенал математичних засобів – від лінійної функції до електронно-обчислювальних машин. У результаті подібного вивчення дослідник отримує набір відомостей про властивості моделі: «така й така функції необмежено зростають, а отака коливається»; «ті й оті точки розташовані так чи так»; «якщо мають місце такі нерівності, то можливо є поява кривих осей такого виду», тощо. І якщо лише таких відомостей накопичиться надто багато, то настає час згадати, відображенням яких властивостей, деталей і рис реального явища слугують усі ці функції, точки й криві. Тоді властивості моделі, сформульовані нами в математичних термінах, перетворюються на відповідні властивості реальних об'єктів.

Математична модель концентрує записану мовою математичних відносин сукупність наших знань, являєнв і гіпотез про відповідний об'єкт чи явище. Оскільки ці знання ніколи не бувають абсолютними, а гіпотези можуть іноді навмисно не враховувати деякі ефекти, то модель лише приблизно описує поведіння реальної системи.

Таким чином, у загальному випадку під математичною моделлю системи слід розуміти будь-який опис, що відображає з певною точністю поведіння реальної системи в реальних умовах.

*Поняття математичного моделювання і його значимості в економіці.* Моделювання – це наукова теорія побудови і реалізації моделей, за допомогою яких досліджуються явища і процеси в природі та суспільному житті. Досліджуючи будь-яке явище (процес, об'єкт), ми подумки створюємо у свідомості їх моделі. Ось чому по суті кожна наукова робота – це в основній частині побудова та дослідження математичних моделей. Існують різні форми зображення математичної моделі. Різновид їх обмежується чотирма найтипівішими групами, а саме: інваріантна форма (як правило, зображення математичної моделі у вигляді диференціального рівняння або системи диференціальних рівнянь без висвітлення методів їх розв'язання); алгоритмічна форма (зображення математичної моделі у вигляді послідовності дій з метою досягнення шуканого результату); аналітична форма (зображення математичної моделі у вигляді формул та співвідношень за допомогою яких шукані результати визначаються через відомі дані); схемна форма (зображення математичної моделі у вигляді таблиць даних, діаграм, схем, графіків).

Неможливо уявити собі сучасну науку, зокрема економіку, без широкого застосування моделювання. Економічне моделювання тісно пов'язано з математикою. По суті застосування математичних методів в економіці зводиться до побудови економіко-математичних моделей. Задача побудови економічних моделей є не щось інше, як переклад з «мови економіки» на «мову математики». Загальний опис економічної системи – це справа економічної статистики (тобто статистика необхідна для аналізу). Управління економікою належить до функцій економічної динаміки (тобто динаміка необхідна для управління). Поняття «динаміка» належить до економіки, в якій рівні випуску продукції змінюються за часом. Аналогічно фізичному поняттю швидкості ми будемо мати в економіці постійний ступінь зміни (зростання чи зменшення) щорічного випуску продукції, прискорення (чи сповільнення) буде характеризувати зміна самого ступеня зміни. Зазначимо, що вперше постановку проблеми створення теорії економічної динаміки здійснив англійський економіст Р. Харрод [2, с. 4].

Дослідження засобами математики процесу поведінки економіки загалом, що розглядається як цілісна система, дістало назву «моделювання макроекономічної динаміки». Макроекономічними динамічними моделями прийнято називати моделі народно-господарського рівня, що оперують макроекономічними показниками типу: валовий суспільний продукт, валовий внутрішній продукт, валовий національний продукт, обсяг основних фондів, трудові ресурси країни тощо.

У рамках моделювання економіки може досліджуватись функціональна структура макроекономічних показників, наприклад розподіл суспільного виробництва (виробництво засобів виробництва і виробництво предметів споживання). Дослідження матеріально-речовинної і галузевої структур економіки

здійснюється за допомогою деталізованих міжгалузевих моделей.

Макроекономічні динамічні моделі є ефективним інструментом теоретичних досліджень процесу розширеного відтворення, зокрема кількісних взаємозв'язків факторів економічного розвитку, динаміки найважливіших пропорцій. У той же час моделі даного класу мають і важливе прикладне значення. Вони використовуються для вироблення концепції економічного і соціального розвитку, при вивченні можливих альтернатив економічної політики та їхніх довгострокових наслідків, для прогнозування і планування системи узагальнюючих показників народного господарства.

*Аналіз наявних динамічних моделей і формування нової моделі.* Найпростіша модель відтворення національного доходу [2, с. 82] формується при використанні двох припущень: а) пропорційності виробничого накопичення і приросту національного доходу в той же момент часу; б) незалежності (екзогенності) динаміки споживання, що призводить до моделі у вигляді лінійного неоднорідного диференціального рівняння першого порядку. Перехід від інваріантної до аналітичної форми цієї моделі, дозволяє аналізувати поведінку національного доходу при різних гіпотезах про динаміку споживання.

Модель Солоу [3, с. 310] є односекторною моделлю економічного розвитку. У цій моделі економічна система розглядається як єдине ціле, що виробляє лише один узагальнений продукт, котрий може і споживатись, і інвестуватись. Модель досить адекватно відображає найважливіші макроекономічні аспекти процесу відтворення. В ній експорт-імпорт у явному вигляді не враховується (нульове сальдо). Стан економіки в моделі Солоу задається п'ятьма ендогенними змінними, а саме: валовим суспільним продуктом, фондом невиробничого споживання, інвестиціями, кількістю зайнятих, виробничими фондами.

Окрім цього, в моделі фігурують такі екзогенні (задаються поза системою) показники: річний темп приросту чисельності зайнятих, частка вибулих протягом року основних виробничих фондів, коефіцієнт прямих витрат (частка проміжного продукту у валовому внутрішньому продукті), норма накопичення (частка валових інвестицій у ВВП). В припущенні, що: 1) ендогенні змінні змінюються в часі; 2) екзогенні змінні постійні в часі; 3) річний випуск у кожен момент часу визначається лінійно-однорідною неокласичною виробничою функцією, виводиться модель у вигляді нелінійного диференціального рівняння першого порядку. Ця модель досить часто зустрічається як у вітчизняній, так і зарубіжній літературі, і досліджується, як правило, методами якісної теорії диференціальних рівнянь.

Запропонована В. Леонтьєвим динамічна міжгалузева модель [2, с. 145; 3, с. 280] являє собою класичний приклад використання систем диференціальних рівнянь у дослідженні проблем економічного зростання. Її місце у системі моделей народно-господарського рівня може трактуватися двояко: 1) як дезагрегування найпростішої моделі відтворення суспільного продукту і національного доходу; 2) як розвиток статичної моделі міжгалузевого балансу.

При дезагрегуванні найпростішої моделі відтворення суспільного продукту в галузевому розрізі ендогенні й екзогенні змінні замінюються вектор-стовпцями, а параметри – квадратними матрицями. В результаті отримується система лінійних диференціальних рівнянь першого порядку з постійними ко-



ефіцієнтами, відома як динамічна модель В. Леонтьєва.

Фігурантами в цій моделі виступають: вектор-стовпець обсягів виробництва; вектор-стовпець абсолютних приростів виробництва; вектор-стовпець споживання (включаючи невиробниче нагромадження); матриця коефіцієнтів прямих матеріальних витрат (на відміну від коефіцієнтів статичного міжгалузевго балансу, коефіцієнти в динамічній моделі включають також витрати на відшкодування вибуття і капітальний ремонт основних виробничих фондів); матриця коефіцієнтів капіталоемності приростів виробництва (витрати виробничого нагромадження на одиницю приросту відповідних видів продукції).

Моделю вивчається засобами аналітичної теорії диференціальних рівнянь і, в найпростішому випадку (система складається з двох рівнянь), – засобами якісної теорії.

До об'єктів економічної динаміки (як складних динамічних економічних систем), що описуються рівняннями економічної динаміки, слід віднести також динамічну модель міжгалузевго балансу, павукподібну модель ринку, моделі динаміки техніко-економічного прогресу тощо.

Істотними перевагами макроекономічних динамічних моделей є їхня мала розмірність, доступність для глибокого математичного аналізу, можливість дослідження народного господарства при невеликій кількості вихідних даних, швидкість проведення різноманітних розрахунків. Незважаючи на удавану «полегшеність» вимог до макроекономічного моделювання, воно являє собою дійсно невичерпну сферу економічного пізнання.

До цього часу розроблено багато сотень модифікацій макромоделей, що мають теоретичне або прикладне значення. Однак їх вибір, систематизація, узагальнення та поширення на окремо взяті об'єкти економічної діяльності стають усе складнішим науковим завданням. Тому побудова та дослідження нових моделей, точніше враховуючих динаміку взаємозв'язків між макроекономічними показниками й більш наближених до реалій соціально-економічного життя, є актуальною проблемою наукової теорії макроекономічного моделювання.

Автором цієї статті в творчій співдружності з математиком М.М. Іванюком розроблено модель динаміки валового внутрішнього продукту (ВВП), на основі головної тотожності національних рахунків [4, с. 311].

За гіпотезами: а) споживання (сума особистих витрат і урядових закупівель) в кожний момент часу прямо пропорційне швидкості зміни ВВП; б) інвестиції з розрахунку на рік прямо пропорційні швидкості зміни споживання.

Динамічна модель формується у вигляді неоднорідного диференціального рівняння другого порядку. Називатимемо у подальшому цей спосіб побудови математичної моделі методом економічних гіпотез.

Для підтвердження адекватності цієї моделі реаліям макроекономічних процесів, а також для уточнення економічного змісту коефіцієнтів пропорційності, що фігурують в ній, продемонструємо новий підхід в її побудові.

Як і раніше [5, с. 158], будемо виходити з основної тотожності національних рахунків у спрощеному вигляді

$$y = s + i + x_n, \quad (1)$$

де  $y$  – валовий внутрішній продукт (ринкова вартість усіх кінцевих товарів і послуг, вироблених в країні протягом року),  $s$  – споживання (сума

особистих споживчих витрат і витратів уряду, місцевих органів влади на кінцеві продукти та послуги),  $i$  – інвестиційні витрати ділових фірм країни,  $x_n$  – чистий експорт (сальдо експортно-імпорتنих операцій).

Вважаючи змінні величини цієї тотожності функціями часу, переписемо її у вигляді тотожності приростів функцій за надто малий проміжок часу  $\Delta t$ , а саме:

$$\Delta y = \Delta s + \Delta i + \Delta x_n. \quad (2)$$

З математичної точки зору змінні величини тотожності (1) слід розглядати як їх річні прирости. Тому, спираючись на прості геометричні міркування, можна виписати такі рівності:

$$\Delta y = y \cdot \Delta t, \quad \Delta x_n = x_n \cdot \Delta t, \quad (3)$$

і переписати (2) у вигляді

$$y \cdot \Delta t = \Delta s + \Delta i + x_n \cdot \Delta t \quad (4)$$

або у вигляді

$$y = \frac{\Delta s}{\Delta t} + \frac{\Delta i}{\Delta t} + x_n. \quad (5)$$

Нехай  $k_1$  позначає частку від ділення споживання на ВВП, а  $k_2$  – частку від ділення інвестицій на споживання, іншими словами, приймемо  $y = k_1 \cdot \frac{dy}{dt} + k_2 \cdot \frac{ds}{dt} + x_n$ . Введені величини можуть бути як сталими, так і змінними за часом.

Ці нововведені величини дозволяють переписати модель (5) у вигляді

$$y = k_1 \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t} + k_2 \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t} + x_n, \quad (6)$$

який у граничному співвідношенні при  $\Delta t \rightarrow 0$  набуває виду

$$y = k_1 \cdot \frac{dy}{dt} + k_2 \cdot \frac{ds}{dt} + x_n. \quad (7)$$

Спираючись на нововведені величини, переписемо диференціальне рівняння (7) таким чином:

$$y = x_n + k_1 \cdot \frac{dy}{dt} + k_2 \cdot \frac{d}{dt} \left( k_1 \cdot \frac{dy}{dt} \right). \quad (8)$$

Диференціальне рівняння другого порядку (8), що є моделлю відтворення валового внутрішнього продукту держави, записується у вигляді

$$y = x_n + k_1 \cdot \frac{dy}{dt} + k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (9)$$

у випадку сталості екзогенних величин  $k_1, k_2$  і у вигляді

$$y = x_n + (k_1 \cdot k_2 + k_1) \cdot \frac{dy}{dt} + k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (10)$$

у випадку їх змінності за часом.

Спосіб побудови математичної моделі, ґрунтовно описаний вище, будемо називати в подальшому методом математичних приростів.

**Висновки.** У статті проведено чітке обґрунтування понять моделі й математичного моделювання для різних життєвих ситуацій, науковий аналіз найпоширеніших у вітчизняній літературі математичних моделей макроекономіки та опис їх значимості в наукових дослідженнях, детальне описання нового способу конструювання моделі динаміки макроекономіки – методу математичних приростів.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Ходаков В.Є. Вступ до комп'ютерних наук : [навч. посібник] / В.Є. Ходаков, Н.В. Пилипенко, Н.А. Соколова. – К. : Центр навчальної літератури, 2005. – 496 с.
2. Кочура Є.В. Моделювання макроекономічної динаміки : [навч. посібник] / Є.В. Кочура, В.М. Косарев. – К. : Центр навчальної літератури, 2003. – 236 с.

3. Вітлінський В.В. Моделювання економіки : [навч. посібник] / В.В. Вітлінський. – К. : КНЕУ, 2003. – 408 с.
4. Панчишин С. Аналітична економія: макроекономіка і мікроекономіка : [навч. посібник] : У 2 кн. Кн.1 : Вступ до аналітичної економії. Макроекономіка / С. Панчишин, П. Ост-роверх. – 4-те вид., випр. і доп. – К. : Знання, 2006. – 723 с.
5. Підгородецька В.М. Модель динаміки внутрішнього валового продукту зі сталими екзогенними величинами / М.М. Іванюк, В.М. Підгородецька // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – № 1. Т. 1. – С. 158-163.

УДК 338.46

**Роскладка А.А.**

доктор економічних наук,  
професор кафедри економічної кібернетики та інформаційних систем  
Київського національного торговельно-економічного університету

**Божко В.І.**

начальник відділу розвитку та інновацій  
Навчально-наукового інформаційного центру  
ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

## МЕТОДИКА ДІАГНОСТИКИ ТА КОНТРОЛЮ ШВИДКОСТІ ДОСТУПУ ДО МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

Стаття присвячена комплексному дослідженню одного з найважливіших показників якості сучасного інформаційного забезпечення вищого навчального закладу – показника швидкості доступу до мережі Інтернет. Дослідження проведено із застосуванням методології статистичного управління процесами. Для моніторингу та контролю показника використано різні типи контрольних карт.

**Ключові слова:** мережа Інтернет, швидкість доступу, статистичне управління процесами, моніторинг, контроль, контрольна карта.

### **Роскладка А.А., Божко В.І. МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ ДОСТУПА К СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

Стаття посвячена комплексному дослідженню одного із важливіших показателів якості сучасного інформаційного забезпечення вищого навчального закладу – показателя швидкості доступу до мережі Інтернет. Дослідження проведено з використанням методології статистичного управління процесами. Для моніторингу та контролю показателя використано різні типи контрольних карт.

**Ключевые слова:** сеть Интернет, скорость доступа, статистическое управление процессами, мониторинг, контроль, контрольная карта.

### **Roskladka A.A., Bozhko V.I. METHODS OF DIAGNOSTICS AND CONTROL OF ACCESS SPEED TO THE INTERNET**

The article is devoted to the complex research of one of the most important indicators of the quality of modern process of the information support of higher educational establishment – the index speed Internet access. The study was conducted using the methodology of statistical process control. Monitoring and control of this indicator used by different types of control charts.

**Keywords:** Internet, access speed, statistical process control, monitoring, control, control card.

**Постановка проблеми.** Показник швидкості доступу до ресурсів глобальної мережі Інтернет є одним із найважливіших показників інформаційного забезпечення. Швидкість доступу до Інтернету впливає не лише на комфортні умови роботи у глобальній мережі, але й визначає можливість функціонування дистанційної освіти, проведення відеоконференцій та інших заходів, які базуються на потужному використанні інтернет-ресурсів. Основна проблема, яка зумовлює необхідність у постійному моніторингу цього показника, полягає у відмінності значень швидкості доступу, заявленої інтернет-провайдером, та реальної швидкості, яка доступна користувачам інтернет-сервісів.

Спонтанне та ситуаційне керування процесом інформаційного забезпечення лише на основі інтуїції і набутого досвіду рано чи пізно обертається провалом. Тільки зважений науковий підхід, постійний моніторинг та контроль процесу інформаційного забезпечення здатні забезпечити вирішення складних організаційних та технічних проблем.

Найбільш ефективними методами дослідження стабільності, керованості та оптимізації процесу інформаційного забезпечення є методи статистичного управління процесами (*Statistical Process Control – SPC*), рекомендації до застосування яких містяться у Міжнародному стандарті ISO 9001 [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Методи статистичного управління процесами знайшли своє відображення у роботах Ю. Адлера [2], Х. Куме [3], В. Лапідуса [4], Х. Рамперсада [5], Д. Уїлера, Д. Чамберса [6].

Проте абсолютна більшість досліджень процесів із застосуванням методології статистичного управління стосуються виробничих процесів. На відміну від виробничих підприємств, дослідження процесів діяльності вищого навчального закладу методами SPC і, зокрема, процесу інформаційного забезпечення є новим перспективним напрямом наукових досліджень [7].

**Мета статті.** Основне завдання даної статті полягає у комплексному дослідженні одного із найважливіших показників якості сучасного інформаційного забезпечення ВНЗ – показника швидкості доступу до мережі Інтернет – із застосуванням методології SPC.

**Виклад основного матеріалу.** Протягом грудня 2014 року авторами було проведено щоденні вимірювання швидкості доступу до Інтернету на п'яти серверах ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі» шляхом завантаження тестового файлу з інтернет-ресурсу <http://rent3.tuthost.com/100mb.bin> обсягом 100 Мбайт. Результати вимірювань представлено у таблиці 1.