

УДК 334.75:519.83:514.18

ГЕОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ЕКОНОМЕТРИКИ

Верещага В.М., д.т.н.

*Мелітопольська школа прикладної геометрії,
Мелітопольський державний педагогічний університет
ім. Богдана Хмельницького (Україна),*

Адоньєв Є.О., к.т.н.

Запорізький національний університет (м. Мелітополь, Україна)

У статті, на основі методів точкового числення Балюби-Найдиша (БН-числення), вказано на нові напрями досліджень з метою розширення інструментарію прикладної геометрії для підвищення ефективності прийняття управлінських рішень на базі досліджень багатофакторних процесів у межах геометричної економетрики.

Ключові слова: точкове числення Балюби-Найдиша (БН-числення), багатофакторні економічні процеси, геометрична економетрика.

Постановка проблеми. З метою підвищення рівня енергетичної безпеки країни, зменшення викидів парникових газів та енергоемності ВВП, на державному рівні було прийнято Стратегію сталого розвитку “Україна-2020”. В основу цієї стратегії покладено методологію сталого розвитку, яка передбачає одночасне збалансоване вирішення економічних, екологічних та соціальних проблем територій, розроблені відповідні системи індикаторів (факторів) сталого розвитку.

На муніципальному рівні, для вирішення подібних проблем розроблюють, так звані, «Плани дій сталого енергетичного розвитку міста (ПДСЕР)». Реалізація цих планів, наприклад, зниження викидів CO₂, підвищення енергоефективності і якості комунальних послуг, потребує значних інвестицій. При визначенні портфелю пріоритетних інвестпроектів, необхідно одночасно враховувати велику кількість різнорідних факторів. Для оптимізації цієї роботи необхідні інформаційні системи підтримки управлінських рішень, розроблені на базі відповідних математичних моделей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На даний момент, існує значний доробок математичного моделювання енергоефективності, практично, в кожній сфері муніципального

господарства. Зокрема, вченими наукової школи КНУБА О.Л. Підгорним, В.О. Плоским, О.В. Сергейчуком започатковано напрям геометричного моделювання в енергозбереженні, в тому числі, в будівництві, вентиляції, освітленні та теплогазопостачанні [1, 2]. Вчені НТУУ «КПІ», зокрема, А.В. Праховник, А.М. Ковальчук та ін. створили широкий спектр ефективних технологій та моделей в будівництві, енергогенеруванні та енергоспоживанні [3]. Моделювання енергоефективних будівель детально розроблене в роботах В.Л. Мартинова [4].

Однак, проблема моделювання сталого енергетичного розвитку міста, поєднання всіх галузей муніципального господарства в одній системі моделей, на разі, ефективно не вирішена. Зокрема, модель TRACE [5], розроблена Всесвітнім банком, недостатньо враховує локальні особливості, результати дуже приблизні і не завжди оптимальні.

Основною проблемою моделювання сталого енергетичного розвитку є велика варіативність набору вихідних факторів, в залежності від особливостей конкретного населеного пункту (міста). Зміна кількості та якості факторів моделі завжди призводить до її перебудови, тому модель, розроблена для одного міста, не може застосовуватись для іншого без складної переробки. Таким чином, розробка універсального методу багатфакторного моделювання, який дозволить змінювати набори вихідних факторів без істотної зміни структури моделі, є актуальною.

На наш погляд, галузева наука «Геометрична економетрика», системно розроблена у докторській дисертації О.А. Бондар [6], у найбільшій мірі вказує на шляхи розв'язання проблеми багатфакторного моделювання. У прийнятті ефективних управлінських рішень, моделювання виступає, практично, єдиним інструментом дослідження складних економічних систем. Аналітичні методи для вивчення реальних складних систем є малоефективними, оскільки із збільшенням складності системи виникає різке збільшення обчислювальних операцій, які до того ж, не завжди надають адекватний розв'язок. При цьому, зміна вихідних умов завжди призводить до заміни моделі.

У галузевій науці «Геометрична економетрика» вказується на те, що складні економічні системи, як правило, складаються із різнорідних елементів, які при моделюванні бажано описувати однорідними математичними формалізмами у параметричній формі багатовимірного простору, що надавали б можливість створювати нові класи функціональних інтерпретаційних моделей взаємозв'язку для різних комбінацій інтегральних факторів як внутрішнього, так і зовнішнього середовищ.

Дослідження, які пропонуються авторами у цій статті, саме і присвячені розробці універсального методу моделювання у параметричній формі багатовимірного простору для багатофакторних економічних процесів з різнорідними складовими елементами. Базою для цих досліджень є точкове БН-числення [7].

Формулювання цілей статті. Розширення інструментарію прикладної геометрії через розробку методу моделювання у параметричній формі багатовимірного простору для багатофакторних економічних процесів з різнорідними елементами, що нададуть можливість підвищення ефективності розв'язання задач сталого розвитку міста для нарощення результативності та мінімізації ризиків керування ним із врахуванням змінюваності внутрішнього та зовнішнього середовищ, кількості та якості вихідних параметрів та вимірності простору економічного процесу з оптимізацією прийняття управлінських рішень на інтерпретаційній основі.

Основна частина. Враховуючи зазначене вище, доцільність дослідження викликана необхідністю:

1) усунення недоліків та покращення результативності існуючих методів та моделей управління процесами прийняття рішень щодо сталого розвитку міста;

2) розв'язання проблеми підвищення точності та достовірності прогнозованих та отриманих результатів комп'ютерного експерименту за допомогою моделі у порівнянні з реальними показниками процесу;

3) усунення проблеми дублювання підходів, їхньої фрагментарності та труднощів визначення частинних інтегрованих характеристик перебігу економічного процесу сталого розвитку міста.

На наш погляд, точкове БН-числення у найбільшій мірі здатне розв'язати означені вище три напрямки наукових досліджень. За допомогою точкового БН-числення є можливим створити нові методи інтерпретаційного моделювання багатовимірних багатофакторних процесів у прикладній геометрії зокрема та геометричній економетриці в цілому.

Річ у тім, що точкове БН-числення побудоване на двох методах:

1) метод проектування (проекціювання) на осі проєкцій (системи координат);

2) метод співставлення двох однорідних геометричних фігур або їхніх відповідних властивостей, які являють собою параметри і відповідають простому відношенню трьох точок прямої.

Які переваги точкового БН-числення перед традиційними методами прикладної геометрії з'являються у результаті використання цих двох методів? Розглянемо проєкції найпростішої геометричної фігури – точки (рис.1-2).

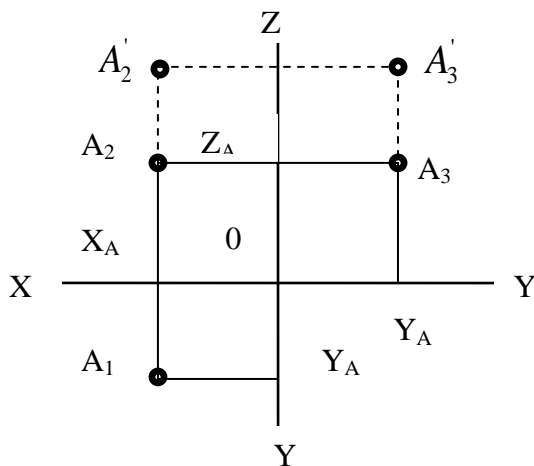


Рис.1. Проекціювання точки A на площини проєкцій Π_1 , Π_2 , Π_3

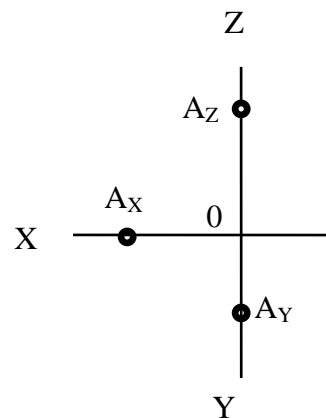


Рис.2. Проекціювання точки A на осі системи координат

У разі традиційного проєкціювання (рис.1) на площини проєкцій, зміна положення однієї будь-якої проєкції точки A тягне за собою зміну положення другої проєкції. Наприклад, змінимо положення A_2 , після цього необхідно обов'язково змінити і положення проєкції A_3 , зміна положення A_1 призведе до зміни положення A_2 , тощо. І навпаки, у разі проєкціювання точки A на осі, зміна положення будь-якої з проєкцій A_x , A_y , A_z ні у якому разі не тягне за собою зміну положення інших проєкцій. І у першому, і у другому випадках, зі зміною положення проєкцій, дістанемо іншу точку, але у першому випадку необхідно виконати більше геометричних операцій. У перерахунку на мільйони точок отримаємо значні видатки за ресурсами. Розглянемо проєкції відрізка на площини проєкцій (рис.3) та на осі системи координат (рис.4).

У разі, якщо для рис.3 та рис.4 відрізок AB взяти однаковим, то для простих відношень трьох точок прямої будуть зберігатися рівності

$$MA_B = M_1A_1B_1 = M_2A_2B_2 = M_3A_3B_3 = M_xA_xB_x = M_yA_yB_y = M_zA_zB_z.$$

При цьому, зображення проєкцій на рис.3, окрім простого відношення трьох точок прямої, сполучаються ще лініями проєкційного зв'язку, у той же час, на рис.4 проєкції на осі об'єднуються тільки через просте відношення трьох точок прямої, в результаті чого, проєкції $M_xA_xB_x$, $M_yA_yB_y$, $M_zA_zB_z$ можемо розташувати на площині або у тривимірному просторі будь де.

Використання двох методів точкового БН-числення створює можливість для розробки нового напрямку у моделюванні процесів у цілому. Наприклад, нехай на осі маємо проєкції двох точок, що відображують проєкції двох станів процесу на цю вісь. Їхнє взаємне

розташування (рис.5), що визначається значенням ΔX , визначає перебіг процесу.

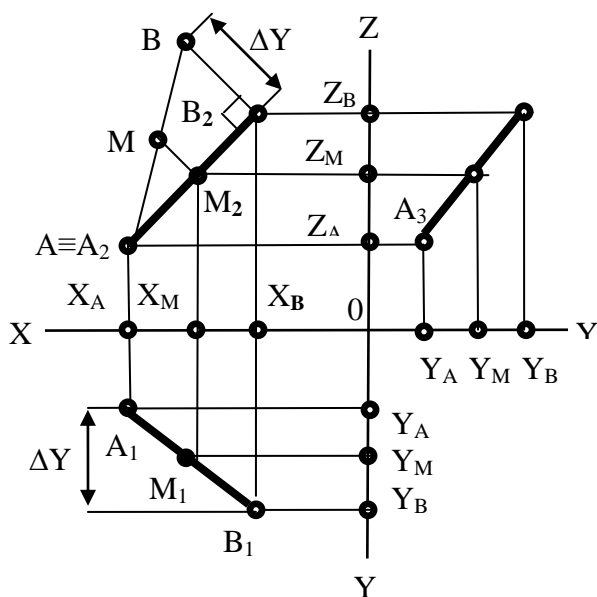


Рис.3. Проекції відрізка АВ на площини проєкцій

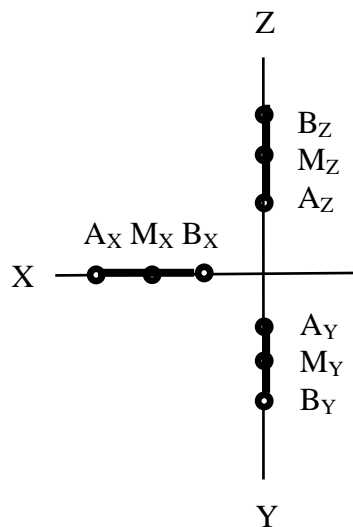


Рис.4. Проекції відрізка АВ на осі системи координат

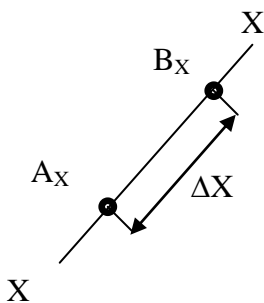


Рис.5. Проекції двох станів процесу

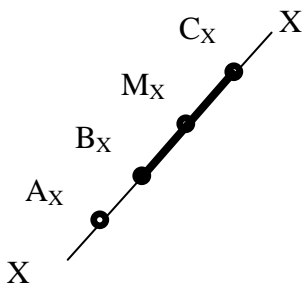


Рис.6. Геометрична фігура проєкції процесу

Виникає задача, яким чином зміниться процес у разі зміни взаємного розташування точок A_x та B_x , тобто яким чином зміниться перебіг процесу з урахуванням геометричних перетворень, які необхідно провести зміни геометричної фігури (рис.5), щоб оптимізувати перебіг процесу, тощо.

Другий приклад. Нехай проєкція A_x (рис.6) відображає проєкцію стану, відрізок $B_x C_x$, на якому знаходиться змінювана точка M_x , відображає проєкцію перебігу процесу. Які виникнуть зміни у перебігу процесу за результатами будь-яких геометричних перетворень фігури? Подібних питань геометричного характеру щодо аналізу процесу та його оптимізації, можна поставити багато, у результаті розв'язання яких може виникнути нова теорія геометричних перетворень у моделюванні процесів.

Якщо узяти дві осі і розглянути

різні сполучення (рис.7), то виникне ще більше варіантів геометричних змін між проекціями на осях, що потягнуть за собою зміни у процесі, які потребують досліджень.

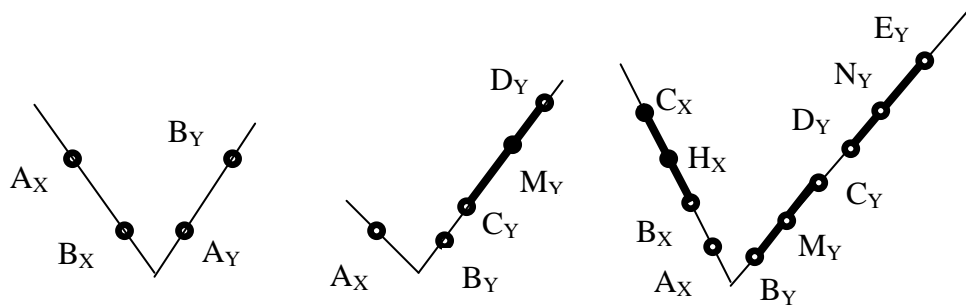


Рис.7. Приклади сполучень геометричних образів, що є проекціями факторів процесу

Якщо кожному фактору, який береться до уваги у дослідженні процесу, поставити у відповідність вісь i , при цьому, цих факторів буде n , то отримаємо систему n осей, на які будуть спроектовані співставлення однорідних властивостей відповідних факторів. При цьому, якщо не брати до уваги проекційний зв'язок між проекціями, що цілком можливо у точковому БН-численні, то система n осей може бути подана як частина n прямих зі зв'язки прямих, тобто кути між осями не повинні бути прямими, хоча i можуть бути такими.

Треба зауважити, що проекціювання на осі наділене й іншими перевагами перед проекціюванням на площини проекцій. У разі, якщо необхідно відобразити перебіг процесу на площинах, які не є обов'язково взаємно-перпендикулярними, то треба попарно розглядати відповідні осі, наприклад:

$X_1X_2, X_3X_4, \dots, X_{n-1}X_n$, або інші сполучення
 $X_1X_3, X_1X_4, X_2X_3, X_2X_4, \dots, X_1X_{n-1}, X_2X_{n-1}, X_3X_n, X_4X_n$,
 тощо.

Розглядаючи сполучення трьох осей у різних варіантах, отримаємо тривимірні проекції перебігу процесу

$X_1X_{n-1}X_4, X_2X_nX_4, X_3X_{n-1}X_n, \dots, X_4X_3X_{n-1}, X_4X_5X_n$, тощо.

Чотиривимірні проекції n -вимірного процесу можна дістати сполученням проекцій на відповідних осях:

$X_1X_5X_{n-1}X_n, X_2X_{n-1}X_nX_3, \dots, X_1X_4X_{n-1}X_n$, тощо.

Таким чином, отримано одно-, дво-, три- та $(n-1)$ -вимірні проекції моделі процесу, які можна розглядати як підмоделі, окремо їх досліджувати, вивчати, аналізувати, замінювати фактори, які несуттєво впливають або впливають на адекватність підмоделі пербігу

підпроцесу i , врешті-решт, оптимізувати підпроцеси на основі комп'ютерного моделювання.

Всі розглянуті вище та інші комбінації та геометричні перетворення потребують повної систематизації та дослідження того, як зміна геометричної фігури змінює перебіг процесу, які необхідно провести зміни геометричної фігури на проєкціях, щоб оптимізувати за певним фактором перебіг процесу і таке інше. На наш погляд, дослідження у цьому напрямку, певним чином, розширять інструментарій прикладної геометрії зокрема та геометричної економетрики в цілому.

Якщо розглянути інтерпретаційний конструктивізм галузевої теорії «Геометрична економетрика» та інтерпретаційні конструкти, як результат застосування геометричних та формальних схем на відповідному абстрактному рівні, то інтерпретаційні конструкти галузевої теорії «Геометрична економетрика» можна подати у вигляді наведеної схеми (за О.А. Бондар) (рис.8).

Згідно з цією схемою, наші дослідження зараз знаходяться на першому рівні та виконані, в основному, третій і четвертий рівні. У чому полягає проблема вибору вихідних даних створення їхньої моделі та обрання варіантів моделювання?

Як відомо, для дослідження будь-якого процесу, його дезагрегують, поділяючи на окремі елементи. Серед отриманих елементів-факторів, на думку дослідника, певні фактори є більш значними, інші менш значними. Але наперед цього ніхто не може знати. Від якісно виконаного дезагрегування залежить адекватність моделі перебігу процесу, яку можна перевірити, проводячи комп'ютерні експерименти та виконуючи коригуючі дії (V рівень конструкти за О.А. Бондар).

Річ у тім, що застосування методів точкового БН-числення дає можливість моделювати не на проєкціях, а у просторі, мірність якого може визначити дослідник, який створює модель процесу. Для цього необхідно фактори, отримані в результаті дезагрегації процесу, поділити на дві групи. До першої групи треба віднести фактори, що визначають зафіксовані точки стану процесу (координати). Друга група факторів утворює поверхні відгуку, що відтворюють перебіг процесу. Як виявилось, цей розподіл факторів на групи є дуже складною задачею. Від правильного поділу факторів залежить адекватність моделі. Для поділу на групи необхідно встановлювати зв'язки між факторами, визначати його реперні точки (зафіксовані стани), тощо. Результатом виявлення факторів процесу та поділу їх на дві групи є створення моделі вхідних факторів (друга інтерпретаційна конструкта I-го рівня за О.А. Бондар). Пошук найбільш вдалого розподілу факторів процесу на дві групи шляхом їхнього перенесення

із однієї групи в іншу призводить до обрання методу моделювання (третья інтерпретаційна конструкта I-го рівня за О.А. Бондар).

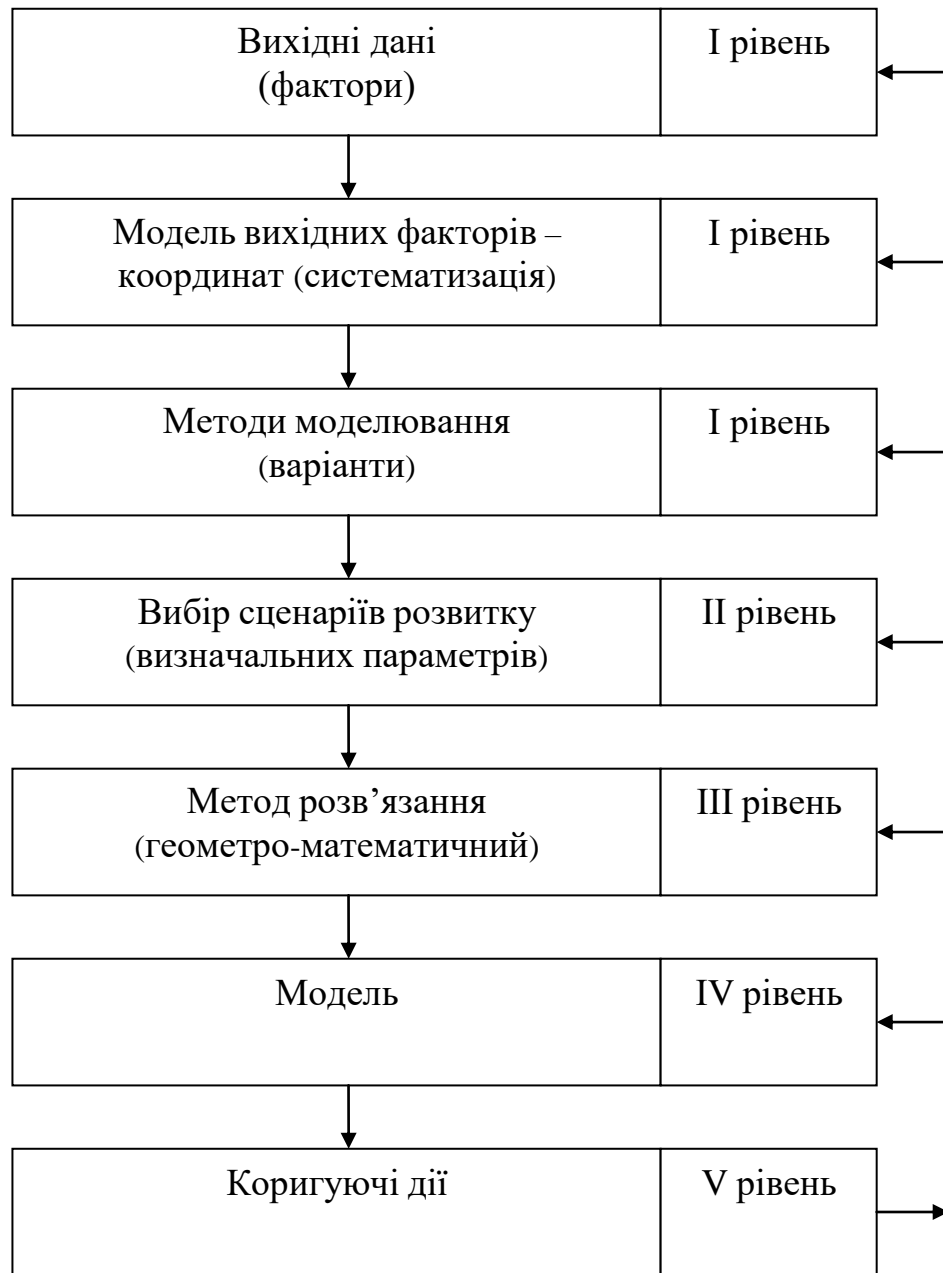


Рис. 8. Інтерпретаційні конструкти галузевої теорії «Геометрична економетрика» (за О.А. Бондар)

Ясна річ, що кожний процес потребує індивідуального підходу до кожної з трьох розглянутих інтерпретаційних конструкт. Але перед нами стоїть задача знайти узагальнення у побудові вихідних даних процесу.

Висновки. У цій статті окреслені задачі досліджень щодо розробки нового інструментарію прикладної геометрії через розробку методу моделювання у параметричній формі багатовимірного простору для багатофакторних економічних процесів з різнорідними елементами, що надають можливість підвищення ефективності розв'язування задач сталого розвитку міста. Ці дослідження і створені за їх результатами геометричні алгоритми прийняття управлінських рішень, дозволять розширити можливості і підвищити якість розв'язку задач геометричної економетрики.

Література

1. Підгорний О.Л. Актуальні проблеми геометричного моделювання в задачах енергозбереження у будівництві / О.Л. Підгорний, В.О. Плоский, О.В. Сергейчук // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – К. : КНУБА – 2010. – Вип. 14. – С. 25–31.
2. Підгорний О.Л. Досвід організаційної та наукової роботи за напрямком «енергоефективність» у КНУБА / О.Л. Підгорний, В.О. Плоский, О.В. Сергейчук та ін. // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. Науково-технічний збірник. – К. : КНУБА, 2013. – Вип. 5. – С. 35-39.
3. Праховник А.В. Енергетична сертифікація будівель [Електронний ресурс] / А.В. Праховник, В.І. Дешко, О.М. Шевченко // Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". – 2011. – № 1. – С.140-153. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NVKPI_2011_1_22.
4. Мартинов В.Л. Моделювання оптимальних геометричних параметрів енергоефективних будівель гранної форми: дис. ... докт. тех. наук : 05.01.01 / Вячеслав Леонідович Мартинов; КНУ ім. Михайла Остроградського. – Кременчук, 2014. – 353 с.
5. Tool for Rapid Assessment of City Energy (TRACE): Helping Cities Use Energy Efficiently [Electronic resource] – Mode of access: <http://www.esmap.org/TRACE>.
6. Бондар О.А. Методологічні основи формування галузевої теорії ефективного управління підприємством: дис. ... докт. екон. наук : 08.00.04 / Олена Анатоліївна Бондар; КНУБА. – К., 2013. – 327 с.
7. Балюба И.Г. Точечное исчисление [учебное пособие] / И.Г. Балюба, В.М. Найдыш; под ред. Верещаги В.М. – Мелитополь: Изд-во МГПУ им. Б. Хмельницького, 2015. – 234 с.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАДАЧ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ЭКОНОМЕТРИКИ

Верещага В.М., Адоньев Е.А.

В статье, на основе методов точечного БН-исчисления, указаны новые направления исследований с целью расширения инструментария прикладной геометрии для повышения эффективности принятия управленческих решений на базе исследований многофакторных процессов в рамках геометрической эконометрики.

Ключевые слова: точечное исчисление Балубы-Найдыша (БН-исчисление), многофакторные экономические процессы, геометрическая эконометрика.

GEOMETRIC METHODS OF MODELING PROBLEMS IN GEOMETRIC ECONOMETRICS

V. Vereshyaga, Y. Adon'yev

The article, based on the methods of a point BN-calculation, the new areas of research are given in order to expand the application of geometry tools to improve the efficiency of administrative decisions' making on the basis of multifactor processes research within geometric econometrics.

Keywords: Baluba-Naydish calculation, multifactor economic processes, geometric Econometrics.