

країн ЄС. Інформація, що подається у цих формах, стосується кількості зареєстрованих операторів органічного виробництва, кількості зареєстрованих операторів, які займаються переробкою та імпортом продукції органічного виробництва, земельних площ, повністю зайнятих під органічним виробництвом, валових зборів органічної продукції рослинного походження з площ, які повністю переведені на органічне виробництво, поголів'я тварин, що використовуються для виробництва органічної продукції тваринного походження, обсягів органічної продукції тваринного походження [8].

До 2007 року включно країни ЄС не були зобов'язані подавати статистичні дані щодо органічного виробництва, такі дані надавалися виключно на добровільній основі [8]. Після прийняття постанов Ради ЄС №834/2007 від 28 червня 2007 року стосовно органічного виробництва і маркування органічних продуктів та №889/2008 від 5 вересня 2008 року щодо запровадження положень попередньої постанови країни-учасниці до першого липня кожного року передають Європейській Комісії річну статистичну інформацію стосовно органічного виробництва шляхом використання наданої Європейською Комісією комп'ютерної системи, яка забезпечує електронний обмін документами та інформацією. Для передачі вказаної вище статистичної інформації країни-учасниці використовують єдину точку входу, яку забезпечує Європейська Комісія (Євростат). На основі такого підходу забезпечується гнучкий доступ до зазначеної системи, який дозволяє не лише вводити відповідні статистичні дані, а й здійснювати їх оперативне коригування у разі виявлення певних невідповідностей [1].

Положення стосовно параметрів статистичних даних і метаданих визначаються в контексті Статистичної програми Співдружності на основі анкет, які надаються через згадану комп'ютерну систему. Зокрема, спільними зусиллями Генерального директорату з сільського господарства Європейської Комісії, а точніше його Постійного комітету з питань органічного виробництва, підрозділами E1 та E2 Євростату, відповідальними за статистику сільського господарства, та країнами – членами ЄС, представленими Робочою групою "Статистика безпечності продуктів харчування" та Цільовою групою "Статистика органічного виробництва" було розроблено гармонізований запитальник, на основі якого безпосередньо подається статистична інформація в досліджуваній сфері. Важливим є той факт, що збір даних за цим гармонізованим запитальником здійснюється національними органами з серти-

фікації та контролю виробничих процесів операторів органічного виробництва [8].

Зведені статистичні дані по органічному виробництву ЄС розповсюджуються на сайті Євростату із забезпеченням єдиних правил доступу всім категоріям користувачів. Крім цього, з дворічною періодичністю публікуються окремі номери видання "Statistics in Focus", присвячені аналізу тенденцій розвитку зазначеного сектору в ЄС.

Отже, вивчений зарубіжний досвід може бути використаний в Україні як приклад ефективного налагодження діалогу між користувачами інформації, зацікавленими в отриманні достовірних статистичних даних щодо поширення нових тенденцій в суспільстві, які стосуються реалізації концепції сталого розвитку, та органами статистики, покликаними забезпечувати централізоване збирання, опрацювання, аналіз, поширення, збереження, захист та використання статистичної інформації в різних сферах соціально-економічного життя суспільства. Зокрема, заслуговують на увагу такі вагомні напрацювання, як розроблення гармонізованого запитальника з питань органічного виробництва та використання єдиної комп'ютерної системи, яка значно спрощує процес збору статистичних даних. Крім цього, важливим є принцип рівного доступу всіх користувачів до інформації, ефективна реалізація якого також забезпечується за допомогою використання програмного забезпечення. Адаже одночасно зі створенням нормативно-правового забезпечення органічного виробництва в Україні доцільно розпочати формування статистичного забезпечення розвитку зазначеного сектору, що дозволить вітчизняній системі державної статистики оперативно реагувати на зміни в економічному середовищі та потреби користувачів у достовірній статистичній інформації з питань органічного виробництва.

1. Access to European Union law [Electronic resource]. – Access mode: <http://eur-lex.europa.eu> – Screen title. 2. Official site of the Research Institute of Organic Agriculture [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.fibl.org/en/homepage.html> – Screen title. 3. Official site of the International Federation of Organic Agricultural Movements [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.ifoam.org> – Screen title. 4. Кобець М.І. Органічне землеробство у контексті сталого розвитку // М.І. Кобець. – Публікація в рамках проекту ПРООН UKR/00/005. "Аграрна політика для людського розвитку". – Травень, 2004(5). – 22 с. 5. Корніцька О.І. Еколого-економічне оцінювання виробництва органічної продукції // О.І. Корніцька. – Агроекологічний журнал. – №1. – 2009. – С. 66-68. 6. Пропозиції Президента до Закону "Про органічне виробництво" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://gska2.rada.gov.ua/pls/zweb_n/webproc4_1?id=&pf3511=38338 7. Офіційний сайт ТОВ "Органік стандарт" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.organicstandard.com.ua> – Назва з титулу екрана. 8. Official site of the Eurostat [Electronic resource]. – Access mode: <http://ec.europa.eu/eurostat> – Screen title.

Надійшла до редколегії 01.07.11

УДК 311.14

А. Чорний, канд. екон. наук,
Київський національний торговельно-економічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ЛАТЕНТНИХ ЗМІННИХ: РОЗВИТОК, СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ

В статті розглянуто основні етапи розвитку, сучасний стан і визначені подальші перспективи моделювання латентних змінних як складової сучасної статистичної науки.

Ключові слова: латентні змінні, моделювання, перспективи розвитку.

В статье рассмотрены основные этапы развития, современное состояние и перспективы дальнейшего развития моделирования латентных переменных как составной части современной статистической науки.

Ключевые слова: латентные переменные, моделирование, перспективы развития.

The article describes the main stages of development, current state and prospects of further development of latent variables modeling as an integral part of modern statistics.

Keywords: cryptic variables, modelling, perspectives of development.

Протягом останніх 60 років набула значного розвитку методологія моделювання латентних змінних (*latent*

variable modeling – LVM) як складова частина багатовимірного статистичного аналізу. Її поширення у соціаль-

но-економічних науках пояснюється можливістю концептуалізації, розроблення і дослідження складних багатовимірних моделей, що теоретично і практично представляють фактори та структурні зв'язки, які є основою розвитку суспільних явищ і процесів.

Історія розвитку окремих складових даної методології, зокрема факторного аналізу, достатньо повно викладена в ряді праць [4, 5]. При цьому головна увага приділялася або окремим елементам, або дослідження охоплювало тільки певний період. В той же час відсутні праці, які б надали можливість всебічно охарактеризувати розвиток і на основі такого дослідження визначити основні напрями майбутнього розвитку цієї галузі статистичної науки.

Розвиток методології моделювання латентних змінних, виділення його основних етапів, розкриття поточних проблем та окреслення подальших перспектив становить **мету** даного дослідження.

Моделювання латентних змінних пройшло значний шлях від найпростіших ідей та методів до потужного математики-теоретичного апарату дослідження найскладніших соціально-економічних явищ та процесів. На сьогоднішній день ця методологія займає важливе місце у статистичній науці і продовжує розвиватись.

Згідно П. Благушу, як моделі з латентними змінними розглядаються: "сукупність статистичних моделей, які описують і пояснюють спостережувані дані їх залежністю від не спостережуваних властивостей, які можуть бути сконструйовані за допомогою певних математичних методів" [1, с. 21].

В розвитку моделей латентних змінних можна виділити кілька етапів, кожний з яких мав свої особливості.

Перший етап – концептуального становлення. Походження факторного аналізу може бути прослідковано від творів Гальтона. З 1890 р. в статистичних дослідженнях Гальтона бере активну участь видатний математик К. Пірсон, який математизував та істотно розвинув статистичні ідеї Гальтона. Йому належить перша робота, присвячена методу головних компонент, що був розроблений для вирішення проблеми вимірювання узагальнених факторів в антропометрії. Важливим етапом у розвитку статистичних методів стало заснування К. Пірсоном 1900 р. журналу "Biometrika". Це відкрило шлях для процесу прикладного застосування статистичних методів.

Того ж часу починає свої дослідження Ч. Спірмен. Фактично, сам термін "факторний аналіз", як і названа галузь статистики, з'явився в роботі Ч. Спірмена при дослідженні структури розумових здібностей.

В своїй статті [10] він доводив, що всі тести інтелекту виявляють один генеральний фактор інтелекту (G-фактор) і ряд специфічних (S-фактори). Теорія Спірмена полягала у тому, що взаємні кореляції між тестами розумових здібностей викликані дією фактора "загальних здібностей", спільного для всіх тестів і фактором "специфічних здібностей", пов'язаного з кожним тестом окремо.

Співвідношення між латентною змінною і спостережуваними ознаками-індикаторами, що її представляють, подається на основі загальної факторної моделі в сучасній нотації згідно [4], як:

$$Y_{ij} = \lambda_j \eta_j + \varepsilon_{ij},$$

де η_j – латентна змінна або загальний фактор, що представляє досліджуваний конструкт, λ_j – факторні навантаження (зв'язки) і ε_{ij} – специфічний фактор (помилка моделювання).

Праці Ч. Спірмена та інших утворили так звану британську школу факторного аналізу. У 30 роки

XX сторіччя увага приділялася до робіт Л. Терстоуна, який визначив основні проблеми даної галузі та ввів принцип простої факторної структури. В цей же час важливі роботи були виконані Г. Хотеллінгом, який запропонував сучасне трактування методу головних компонент [11].

Другий етап – теоретичного розвитку окремих методів. У 50-ті р. XX ст. виникає дві школи факторного аналізу: психометрична та статистична. Психометрична школа зосереджувала головну увагу на факторній структурі сукупності тестів у прикладних дослідженнях.

На відміну, статистична школа розглядала набір тестів як фіксовану сукупність, і головну увагу приділяла висновкам щодо досліджуваних індивідуумів як представникам гіпотетичної сукупності. Також у психометричному підході постулювалося існування незначної кількості головних факторів і великого числа неістотних, незначних факторів, в той час як статистична школа виділяла незначну кількість головних факторів відносно числа тестів. В цей час існувала проблема визначення кількості факторів і оцінювання параметрів – факторних навантажень, адже факторний аналіз був запропонований задовго до того як теоретична статистика надала відповідний інструментарій.

Впродовж початку розвитку факторний аналіз був методикою призначеною виключно для досліджень. В [7] було запропоновано підхід за якого значення деяких параметрів встановлюються наперед. Це дозволило перевіряти гіпотези щодо структури зв'язків і призвело до створення підтверджуючого факторного аналізу. За нього вирішується проблема неоднозначності факторних навантажень і наявні критерії статистичної перевірки висунутих гіпотез.

Існування латентних змінних в економетрії розглядалося з самого початку. Двома важливими типами таких змінних є помилки вимірювання та помилки специфікації в рівняннях. Латентна змінна виступає в рівнянні регресії як невідома величина, що вміщує в себе прояв всіх факторів, не включених до моделі. Дослідження цієї величини відомої як збурення або помилки моделі є важливою складовою аналізу економетричної моделі. Подальший розвиток розпочався із запровадженням складних моделей, побудова яких вимагає створення систем рівнянь.

Третій етап – теоретичного об'єднання і практичного застосування при дослідженні реальних соціально-економічних процесів. Необхідність розроблення методологічного апарату, який би одночасно задовольняв вимоги психометрії, соціології та економетрії стала наочною наприкінці 60-х р.р. XX сторіччя. Головну роль у розробленні загальних підходів зіграла робота економетриста А. Голдбергера, який визначив головні спільні риси методів цих дисциплін [6].

Об'єднання таких моделей із моделями підтверджуючого факторного аналізу дозволило К. Йореско [7], розробити модель лінійних структурних рівнянь з латентними змінними (*Linear Structural Relationships – LISREL*). За основу було покладено коваріаційну матрицю між спостережуваними ознаками, за якою визначається система структурних рівнянь, що дозволяє відтворити структуру зв'язків у матриці. Неможливість застосування в багатьох реальних задачах звичайного методу найменших квадратів спонукала до розвитку методів оцінювання параметрів рівнянь. Одним з основних методів оцінювання моделей з латентними змінними став обґрунтований Д. Лоулі метод найбільшої правдоподібності [2]. Його практичне застосування було обмежене обчислювальними причинами: складність потрібних розрахунків не дозволяла здійснювати їх для

великого обсягу даних, а можливості обчислювальної техніки були досить обмеженими.

Ці проблеми було вирішено К.Йореско шляхом використання спеціальних алгоритмів для отримання оцінок коефіцієнтів за методом найбільшої правдоподібності. Назва створеного для цього програмного забезпечення [8] стала синонімом самого підходу моделювання.

Практичне застосування моделей призвело до виявлення ряду проблем, як прикладного, так і методологічного характеру. Основними з них є наступні: нелінійність зв'язків між латентними змінними; включення до моделей якісних ознак; адекватність методів оцінювання параметрів моделей даним досліджуваних процесів; вибір виду зв'язків між латентними і спостережуваними змінними; неоднорідність сукупностей, за якими досліджуються моделі; особливості застосування в конкретних прикладних дослідженнях.

Необхідність їх вирішення призвела до подальшого, *четвертого* і поточного етапу розвитку, – теоретичного і практичного узагальнення та подальшого розвитку. В останні 15 років відбувається подальший розвиток методології, що, власне, і отримала узагальнюючу назву "моделювання латентних змінних". Ця методологія містить моделювання структурними рівняннями в свою чергу, як складову, і ґрунтується на концептуальному визначенні латентної змінної як такої, для якої не існує вибіркової реалізації щонайменше для окремих спостережень у даній вибірці [3, с. 612]. В цей період здійснено як теоретичні узагальнення і розробки методологічного характеру [9], так і визначено практичні шляхи вирішення ряду проблем [4]. Подальший розвиток методів оцінювання та критеріїв перевірки адекватності моделей дозволило узагальнити ряд методів статистичного аналізу, що істотно поглиблює рівень розуміння соціально-економічних явищ при їх застосуванні.

УДК 311.216

I. Vasylychenko,
Taras Shevchenko National University of Kyiv

IMPLEMENTATION OF MONTE CARLO METHOD IN OPTION VALUATION USING STATISTICAL PROGRAMMING LANGUAGE R

Автором детально розглянуто теорію методу Монте Карло та здійсненої практичну реалізацію засобами статистичної програмної мови R для європейських опціонів випущених на індекс DAX.

Ключові слова: метод Монте Карло, оцінка, вартість, опціони, мова R.

Автором детально рассмотрено теорию метода Монте Карло и проведено ее практическую реализацию средствами статистического программного языка R для европейских опционов выпущенных на индекс DAX.

Ключевые слова: метод Монте Карло, оценка, стоимость, опционы, язык R.

Author thoroughly examines Monte Carlo method theory and then implements it using statistical programming language R for European DAX option.

Keywords: Monte Carlo method, valuation, options, R language.

Recent decades global financial markets were followed by rapid growth of credit derivatives' turnover. A vast variety of products are present at the market, giving private and institutional investors ability to flexibly hedge their operations against different types of risks, which may contain interest rate and exchange rate exposures, uncertainty in future level of underlying asset's (stocks, commodities) prices etc.

Although, trading derivatives should be carried out carefully, while it can bring together with incomes considerably big losses, especially if a highly leveraged capital was used. In order to minimize operational losses and to prevent possible arbitrage opportunities, precise and adequate tools for pricing derivatives are in need.

Considerable amounts of research were dedicated to this question, which led to development of diverse

methodologies. Some of them, based on financial theories and relatively strict assumptions, give closed-form solutions (e.g. Black-Scholes model), while others are rather numerical methods like binomial option pricing model (Cox, Ross-Rubinstein), neural networks algorithm or Monte Carlo method.

Latter has proved itself as a good approach in valuation of derivative securities and a lot of researches were focused on this question by such scientists as John C. Hull, Alan White, Michael C. Fu, Jian-Qiang Hu, John R. Birge, Christian P. Robert, George Casella, George M. Jabbour, Yi-Kang Liu.

Throughout the paper we would like to discuss the main idea of Monte Carlo simulation approach and then move to practical implementation in programming environment R. Finally, using some real data of European options

Надійшла до редколегії 01.07.11