

РЕГІОНАЛЬНИЙ АСПЕКТ РОЗВИТКУ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

УДК 330.44

К. О. Удачина*

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ОБ'ЄКТА У ДИНАМІЦІ

У статті приділяється увага дослідженню та аналізу сучасних методів моделювання економічної поведінки об'єкта у динаміці. Обґрунтовується необхідність використання сплайнової технології, яка базується на точних математичних розрахунках та враховує різноманітні впливи на об'єкти дослідження. Доводиться, що сплайновий апарат можна використовувати для апроксимації періодичних процесів, раптових структурних змін, циклічних ритмів, які властиві економічній системі. Економічне сплайн-моделювання, сплайн-аналіз, сплайн-візуалізація визначають та зберігають спектральний склад процесу, покращують інтерполяцію, надійніше накопичують його статистику.

Ключові слова: синергетика, динамічний хаос, сплайн, апроксимація, економетрика, регресія.

В статье уделяется внимание исследованию и анализу современных методов моделирования экономического поведения объекта в динамике. Доказывается необходимость использования сплайновой технологии, которая базируется на точных математических расчетах и учитывает различные воздействия на объекты исследования. Доказывается, что сплайновый аппарат можно использовать для аппроксимации периодических процессов, внезапных структурных изменений, циклических ритмов, которые присущи экономической системе. Экономическое сплайн-моделирование, сплайн-анализ, сплайн-визуализация определяют и сохраняют спектральный состав процесса, улучшают интерполяцию, надежнее накапливают его статистику.

Ключевые слова: синергетика, динамический хаос, сплайн, аппроксимация, эконометрика, регрессия.

The article focuses on the study and analysis of modern methods of modeling economic behavior of an object over time. We justify the use of spline technologies, which are based on precise mathematical calculations and take into account various impacts on the objects of study. Have that splineway apparatus can be used for approximation of periodic processes, sudden structural change, cyclical rhythms, which are inherent in the economic system. Economic spline modeling, spline analysis and spline visualization detect and maintain the spectral composition process, improve interpolation, more reliably accumulate the statistics.

Keywords: synergy, dynamic chaos, spline, approximation, econometrics, regression.

Постановка проблеми. Економічна система являє собою складний динамічний стохастичний об'єкт, який вимагає аналітичного, математичного і графічного дослідження. Оскільки для економічного середовища характерні структурні зміни, граничні цикли, хаотичні коливання, взаємозв'язки яких проаналізувати за допомогою лінійних моделей проблематично, тому виникає потреба у дослідженні саме нелінійних динамічних аспектів поведінки економічних об'єктів.

Своєрідність кількісного уявлення динаміки економічної поведінки пояснюється тим, що циклічність може проявлятися не лише у часовій поведінці окремо досліджуваного економічного процесу, але й в еволюції параметрів

взаємозв'язку економічних показників. Пошук, виявлення циклів, ступінь дослідження належності точок до значень часових параметрів, можуть бути виконані лише при застосуванні нових методів економічного аналізу.

Аналіз досліджень і публікацій. У наш час існують багато гіпотез про те, що розвиток економічної динаміки відбувається завдяки циклічності економічних процесів. На межі ХХ-ХХІ століть виник відносно новий науковий напрям — синергетика, який акцентує увагу на тому, що ієрархія нестійкого розвитку, через яку проходять економічні процеси, викликана зміною зовнішніх параметрів і може привести до нової просторово-часової організації системи [1, с. 34]. Синергетич-

* Удачина К. О. — співробітник кафедри економічної інформатики Національної металургійної академії України, інженер-програміст, м. Дніпропетровськ.

на точка зору на явища, які відбуваються у світі, відрізняється від загальної детерміністичної тим, що дозволяє дати оцінку тому, що залишається поза увагою при традиційному розгляді. Синергетичні принципи базуються на нелінійних зворотніх зв'язках, які викликають нестійкі та хаотичні стадії у швидко розвиваючій економічній системі.

Динаміка будь-яких економічних показників досить своєрідна: графічно вони уявляються у вигляді сукупності дискретних точок, математично — у вигляді множини кортежів двох компонент, де перша з них відповідає часу відліку, друга — значенню показника в цей момент. Взаємозв'язки в економічних системах не утворюють гладкі аналітичні функції, адже кожен показник уявляється у вигляді окремої точки. Над подібними функціями важко виконувати певні операції: визначати екстремуми, тенденції, обчислювати похідні. Саме ці задачі намагалася вирішити наука економетрика, яку започаткував у 1930 році Р. Фриш. Також великий внесок у розвиток даного напрямку зробили К. Доугерті, В. А. Перепелиця, Є. В. Попова, К. Геркелі, Т. Андерс, Дж. Джонстон, Е. Кейн, А. Клас, Е. Маленво, О. Ланге, Д. Пуар'є, А. Стюарт, Г. Тейл, Г. Тінтнер, К. Холден, І. Шуян.

Вперше застосування сплайнів було запропоновано І. Шенбергом у 1946 р. Функції склалися з кубічних многочленів. Пізніше ця конструкція була модифікована, але ідея залишалася незмінною. Наступним кроком у теорії сплайнів було виявлення Дж. Холідеєм у 1957 р. властивості, яку називають «внутрішньою оптимальністю» [3, с. 121]. Теорема Холідея показує, що сплайн-побудова мінімізується через інтеграл. Властивість «внутрішньої оптимальності» характеризується найкращим наближенням, мінімальною кривизною та мінімальною нормою. Кубічні сплайни та їх перші похідні є неперервними, другі похідні також неперервні і кусочно-лінійні, треті похідні — розривні з кінцевим стрибком.

Дослідженню особливостей економічної динаміки із застосуванням економіко-математичних методів, а саме апроксимаційного підходу, присвячені роботи наступних вчених: І. Г. Вінтизенка [4], В. С. Яковенка [5], Н. Я. Шкромиди, Ф. Б. Боташевої, В. С. Астраускаса, Є. В. Борисова, Б. В. Гайгаласа, Л. М. Чистова, А. В. Чадранцева, Х. З. Ільясова.

Мета статті полягає у дослідженні сучасних методів моделювання нелінійних динамічних аспектів поведінки економічних об'єктів. Відповідно до поставленої мети треба вирішити наступні завдання: виявити особливості класичної «лінійної парадигми» та обґрунтувати необхід-

ність застосування сучасних методів сплайнового аналізу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Враховуючи закономірності розвитку економічного процесу під впливом багатьох факторів, економетрика намагається пояснити складні зв'язки простими для лінійної парадигми регресійними рівняннями. Класична «лінійна парадигма» вважає, що поведінка показників природних, соціальних, економічних процесів та систем підкорюється «нормальному» закону. Такий підхід припускає, що незначні коливання факторної ознаки викликають незначні зміни результативного показника. Але регресія відображає лише усереднену реакцію досліджуваного процесу на сукупність комбінацій факторної ознаки на всьому періоді часу, а натомість на економічні процеси постійно впливають різноманітні фактори мінливого зовнішнього середовища і реакція будь-якого процесу на зміну певного фактора вчора і сьогодні може кардинально відрізнятись.

Раніше в економетриці єдиним способом для роботи з гратчастими функціями був метод найменших квадратів, але у нього існують певні недоліки, особливо, що стосується часових рядів динаміки. Визначені апроксимацією методу найменших квадратів (МНК) закономірності не точні та примітивно лінійні. Окремі вузли часового ряду вихідного процесу можуть істотно відхилитися від його «середньої» траєкторії МНК. При дослідженні втрачається можливість логічного пояснення значних відхилень точок часового ряду від моделі та фіксації моментів часу, у які це відбувається. Лише побічно через коефіцієнт детермінації можливо перевірити чіткість, якість та придатність регресійного співвідношення. Але навіть і він дуже узагальнено представляє сумарний догляд рівняння регресії від точної відповідності всій множині точок спостереження. МНК не зберігає значень часу на регресійних кривих. Саме це змушує шукати інші методи уявлення економічних законів.

Найбільш перспективними методами серед сучасних нових детермінованих підходів моделювання, аналізу, пошуку циклів, візуалізації та прогнозування прийнято вважати кусково-поліноміальні або сплайн-апроксимаційні, у якості яких виступають степеневі, періодичні, експоненціальні, логістичні та інші функції. Поєднання точності, універсальності, внутрішніх оптимізаційних властивостей, оптимального «зшивання» фрагментів на межах ділянок, автоматичне задоволення кількох умов на стику звітної періоду і горизонту прогнозу, що полегшує, уточнює і подовжує прогноз, дозволяє рекомендувати цей апарат в якості основного для аналізу та моде-

лювання багатьох видів поведінки економічних об'єктів.

Оскільки економічні процеси мають здатність змінюватися під впливом неконтрольованих факторів, то припускається наявність стохастичних коливань — осциляцій, які постійно повторюються у часі і в сукупності утворюють єдину систему — осцилятор. Звідси з'являється потреба у дослідженні роботи механізмів «циклізму» та «повторюваності» економічної поведінки. Як наслідок, виникає новий розділ економіки, якому присвоєно назву «економічна цикломатика». Запропоноване це поняття було В. С. Яковенко [5] у 2008 р. Основою економічної цикломатики стало вивчення таких термінів, як: періодизм, коливання, ритмічність, хвилеподібність. При дослідженні та аналізі економічних об'єктів було визначено, що для ринкової економіки не існує трендів у вигляді прямих ліній, гладких безперервних кривих з малою кривизною або кривих з мінімальним числом екстремумів. Значення, через які проходить тренд, знаходяться у центрі циклів, тому остаточно трендом вважається інтегральна плавна крива, що апроксимаційно проходить через деякі характерні точки циклів економічної еволюції.

У сучасній економічній динаміці сплайни застосовуються у теорії нелінійних систем, яка базується на методах фазового простору. Сутність поняття фазового простору полягає у тому, що стан складної системи можна уявити однією єдиною точкою, а еволюція цієї системи розглядається як рух точки по фазовому простору, який математично уявляється множиною усіх можливих станів економічного явища у фіксований момент часу. Часові ряди економічних змінних, перетворюючись геометрично, набувають нових властивостей і утворюють сукупність неперервних сплайн-траєкторій на фазовій площині — фазовий портрет системи.

Останнім часом до властивостей сплайнів додаються ще дві. У стохастичних умовах при дослідженні циклів з'являється проблема «помилкової циклічності» або «ефект Слуцького-Юла» [8, с. 15], який виникає при операціях «ковзного усереднення». Р. Х. Ільясов [9, с. 34] виявляє другу причину «помилкової циклічності» — коливальні

властивості полінома високого порядку при проведенні його через багато точок. Друга властивість сплайнів — реляційне виділення [10], отримання та дослідження нових взаємозалежностей у тріаді економічних показників. Переваги реляційних перетворень полягають у відсутності перерахування вхідних даних та пов'язаних з ними похибок. [8, с. 16]

Висновок. Проаналізувавши сучасні методи моделювання поведінки економічних об'єктів, пропонується використання саме сплайнового підходу, адже він характеризується універсальністю, точністю, надійністю, збіжністю, неперервністю, гладкістю, високою швидкістю обробки та точністю обчислювального алгоритму.

Література

1. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: навч. посібник / Вальдемар Володимирович Вітлінський. — К. : КНЕУ, 2003. — 408 с.
2. Кривенко Н. В. Прогнозирование экономических процессов / Кривенко Н. В. // Успехи современного естествознания. — 2004. — № 3 — С. 120–122.
3. Винтизенко И. Г. Экономическая цикломатика / И. Г. Винтизенко, В. С. Яковенко. — М. : Финансы и статистика ; Ставрополь : АГРУС, 2008. — 428 с.
4. Яковенко В. С. Экономическая цикломатика: теория, методология, практика : автореф. дис. на соискание уч. степени доктора экон. наук : спец. 08.00.13. «Математические и инструментальные методы экономики» / В. С. Яковенко. — Ставрополь, 2008. — 55 с.
5. Боташева Ф. Б. Эволюция новых технологий анализа в современной макроэкономической динамике / Ф. Б. Боташева // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. — 2011 — № 2 (26) — С. 11–16.
6. Ильясов Р. Х. Фазовый сплайн-анализ как метод выявления цикличности в экономике / Р. Х. Ильясов // Современные наукоемкие технологии. — 2009. — № 1. — С. 32–36.
7. Кулова З. К. Инфляция в России на фазовых портретах / Ф. М. Узденова // Современные наукоемкие технологии. — 2008. — № 1. — С. 34–38.