

УДК 330.4

*С.М. Братушка, Українська академія банківської справи НБУ*

## **ВЕЙВЛЕТ-АНАЛІЗ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ**

**Постановка проблеми.** Прогнозування є ключовим моментом при прийнятті управлінських рішень. Можливість передбачити некерівані аспекти подій перед прийняттям рішення дозволяє зробити найкращий вибір. Саме тому метою прогнозування є зменшення ризику при прийнятті управлінських рішень.

У даний час актуальним є аналіз і прогнозування товарних і фінансових ринків з використанням методів математичної статистики. Особливістю тимчасових рядів, що відображають історію ринку, є те, що їх характеристики (ціни, обсяги операцій, індикатори тощо) формуються з декількох складових: повільної нерегулярної складової (тренда), повільної сезонної складової, періодичної або коливальної складової (швидкої нерегулярної малої варіації) і випадкової складової (описуваної випадковим процесом певного типу). Важливою особливістю тимчасових рядів економічного характеру є наявність періодичності із змінною величиною періоду.

Розглянуті особливості показують, що для дослідження фінансових ринків не досить ефективними є такі класичні методи аналізу, як аналіз Фур'є, регресійний аналіз, оскільки вони використовують розкладання початкової функції в ряд за фіксованою системою базисних функцій, що породжує властивість строгої періодичності. Тому вирішення даної проблеми вимагає використання нових підходів та методів.

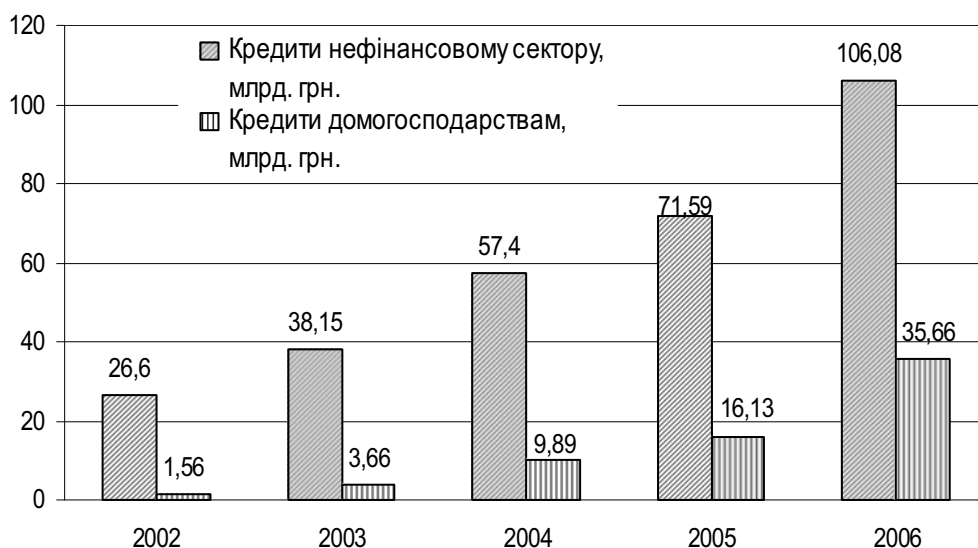
**Метою статті** є визначення особливостей використання вейвлет-аналізу для прогнозування часових рядів

**Виклад основного матеріалу.** У сучасній статистичній теорії існує багато різноманітних методів прогнозування. Значна їх частина відноситься до прогнозування часових рядів, особливістю яких є те, що аналізуються лише дані спостережень без додаткової інформації, без аналізу впливу зовнішніх сил. Звичайно, такий аналіз виглядає досить неповним, але доволі часто прогнози часових рядів є відносно точними.

Слід також відзначити, що повсякденне життя певною мірою залежить і від періодичної зміни сезонів, що у свою чергу супроводжується специфічними змінами динаміки соціально-економічних процесів. Тому існує очевидна необхідність урахування сезонних коливань у прогнозах.

Означене вище повністю стосується такої сфери діяльності банківських установ, як кредитування, особливо короткострокове. Надзвичайно важливим є питання ефективного розподілу грошових коштів та прогнозування можливих обсягів кредитування. Про динаміку в цій області свідчить той факт, що загальний обсяг кредитів, виданих українськими банками фізичним особам, за 10 місяців 2006 р. склав понад 60 млрд. грн. Вагому частину в кредитуванні фізичних осіб складають так звані споживчі кредити – 15,7 млрд. грн. Протягом 2006 р. на ринку споживчого кредитування спостерігалось стійке зростання, що є продовженням тенденцій 2004-2005 рр. Так, в 2004 р. темпи зростання об'єму виданих споживчих кредитів склали 26 %, а в 2005 – 71 %.

Аналіз тенденцій банківського кредитування за останні роки засвідчив, що в кредитній політиці банків відбулися зміни – банки дедалі активніше нарощують кредитні вкладення в сектор домогосподарств (рис. 1).



**Рис. 1. Кредити банків за окремими інституційними секторами економіки, 2001-2005 рр.**

Починаючи з 2002 р., темпи нарощування обсягів кредитів домогосподарствам стабільно перевищують темпи кредитування нефінансового сектора економіки. Відповідно така зміна тенденцій позначилася і на структурі банківських кредитів за інституційними секторами економіки: питома вага кредитів домогосподарствам у загальному обсязі вимог банків за кредитами в економіку України за підсумками 2005 р. зросла до 24,9 %, тоді як ще п'ять років тому ледве перевищувала 5 %.

Не в останню чергу такі зміни в кредитній політиці банків зумовлені реакцією на підвищення рівня платоспроможності населення: у 2002 р. доходи населення зросли на 17,1 %, 2003 – на 16,5 %, 2004 – на 27,2 %, 2005 – номінальні доходи населення становили 365,9 млрд. грн. і порівняно з 2004 р. зросли на 38,4 % (табл. 1). Особливо істотно зросли доходи на фоні темпів збільшення ВВП: наявні доходи, які використовувалися населенням на придбання споживчих товарів та оплату послуг у 2005 р., зросли на 36,4 %, а реальні наявні – на 20,1 %.

Таблиця 1

### Заробітна плата і доходи населення України в 2002-2005 рр.

Показники	2002 р.	2003 р.	2004 р.	2005 р.	2006 р.
Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників, грн.	376,38	462,27	589,62	806,18	1070,45
Темпи зростання до попереднього року, %	121,0	122,8	127,5	136,7	132,7
Доходи населення, млн. грн.	185073	215672	274241	365923	475200
Темпи зростання до попереднього року, %	117,1	116,5	127,2	138,4	129,8
Довідково: темпи зростання ВВП, %	105,5	109,6	112,1	102,4	107,0

Необхідно також відмітити, що при дослідженні обсягів споживчих кредитів спостерігається так звана сезонна складова (сезонність). Під сезонністю слід розуміти стійку закономірність внутрішньорічної динаміки того або іншого явища, або процесу, яка проявляється у внутрішньорічному підвищенні або пониженні рівня того або іншого показника впродовж ряду років.

При значній динамічності процесів кредитування в банках логічним і доцільним є використання для прогнозу методів економіко-математичного моделювання. Існує кілька підходів до моделювання сезонності, що базуються на головній властивості сезонності – повторення типових рис досліджуваного процесу на обмеженому інтервалі ряду, що є частиною динаміки процесу в межах року.

Рівень розвитку сучасних ПК сприяє ефективній реалізації складних математичних моделей для розв'язання прикладних задач. Однією з таких задач є задача аналізу і прогнозування тимчасових послідовностей, які застосовуються в різних сферах діяльності. У даний час актуальним є аналіз і прогнозування товарних і фінансових ринків із використанням методів математичної статистики. Особливістю тимчасових рядів, що відображають історію ринку, є те, що їх характеристики (ціни, обсяги операцій, індикатори тощо) формуються з декількох

складових: повільної нерегулярної складової (тренда), повільної сезонної складової, періодичної або коливальної складової (швидкої нерегулярної малої варіації) і випадкової складової (описуваної випадковим процесом певного типу). Важливою особливістю тимчасових рядів економічного характеру також є наявність періодичності із змінною величиною періоду.

Досить цікавим та перспективним є використання вейвлет-аналізу для прогнозування часових рядів. Вейвлет-аналіз є відносно новим математичним інструментом, який можна застосувати для короткострокового прогнозування економічних процесів. Він є особливим видом лінійного перетворення сигналів. У даному випадку під сигналом слід розуміти деякий упорядкований набір чисельно зафіксованої інформації про процес, об'єкт, функцію тощо.

Вейвлети – це узагальнена назва функцій певної форми, локалізованих по осі аргументів (незалежних змінних), інваріантних до зрушення і лінійних до операцій масштабування (стиснення або розтягування), що мають вигляд коротких хвильових пакетів з нульовим інтегральним значенням. Вони створюються за допомогою спеціальних базових функцій, які визначають їх вигляд і властивості.

Вейвлет-функції базису дозволяють сконцентрувати увагу на тих або інших локальних особливостях аналізованих процесів, які не можуть бути виявлені за допомогою традиційних перетворень Фур'є і Лапласа.

Вейвлет-перетворення сигналу – це його представлення у вигляді загального ряду за системою базисних функцій:

$$\psi_{a,b}(t) = |a|^{-1/2} \psi [(t-b)/a],$$

- де  $\psi(t)$  – материнський (вхідний) вейвлет;  
 $t$  – значення, що = 1, 2...n (n – кількість значень вхідного інтервалу);  
 $b$  – властивість зрушення в часі;  
 $a$  – властивість зміни часового масштабу.

Вейвлет-функція повинна задовольняти дві умови:

- а) середнє значення (інтеграл по всій прямій) рівне 0;
- б) функція швидко спадає при  $t \rightarrow \infty$ .

Процес побудови моделі прогнозування на основі вейвлет-перетворень передбачає наступні дії:

- а) необхідно вибрати базис, тобто систему функцій, які будуть виконувати роль “функціональних координат”;

- б) після вибору та побудови базису функції початковий сигнал розкладається за допомогою вейвлет-перетворення на компоненти, а також розраховуються відповідні коефіцієнти, які показують, наскільки поведінка процесу в даній точці схожа на поведінку вейвлету на даному масштабі:

$$c_{mk} = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \psi_{mk}(t) dt,$$

- де  $s(t)$  – вхідний ряд даних на інтервалі часу  $t$ ;  
 $\psi_{mk}(t)$  – материнський (вхідний) вейвлет;  
 $m$  – параметр масштабу;  
 $k$  – параметр зрушення;

- в) враховуючи операції, які можна застосовувати до вейвлетів (зрушення та масштабування), а також розраховані на попередньому етапі коефіцієнти, базисну функцію одномірного дискретного вейвлет-перетворення зсувають або розтягують по осі часу  $t$ ;
- г) після перенесення базового вейвлету на необхідний інтервал часу вперед за допомогою отриманих коефіцієнтів апроксимації та деталізації його реконструюють у початковий сигнал за допомогою цих коефіцієнтів для визначення тенденції сигналу через деякий проміжок часу:

$$s(t) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{k=-\infty}^{\infty} c_{mk} \psi_{mk}(t),$$

- де  $c_{mk}$  – коефіцієнти деталізації та апроксимації;  
 $\psi_{mk}(t)$  – материнський (вхідний) вейвлет;  
 $m$  – параметр масштабу;  
 $k$  – параметр зрушення.

Таким чином, у випадку наявності базової вейвлет-функції для опису заданого процесу подальші дії, пов'язані з прогнозуванням перспективи на майбутнє, зводяться до розрахунку коефіцієнтів апроксимації та деталізації, а також зрушення базового вейвлету на період вперед і обернене перетворення його у вихідний сигнал.

Слід відзначити, що вейвлет-аналіз як засіб прогнозування доречно застосувати лише для оперативного прогнозування (на 1-2 місяці). У подальшому ж не будуть враховані сезонні коливання вхідного сигналу і похибка прогнозованих значень буде збільшуватись (або зменшуватись) в залежності від значення попередньої тенденції.

**Висновки.** У роботі розглянуто особливості прогнозування часових фінансових рядів з урахуванням сезонності, а також запропоновано