УДК 336.71:330.4

Дослідження/

Володимир Сухотеплий
Volodymyr Sukhoteplyy
Директор ТОВ "Дім і нація", м. Дніпропетровськ
Director of the LLC "Home and Nation", Dnipropetrovsk
E-mail: bankway@ukr.net

Модель кризової та прогноз післякризової динаміки активів банківської системи України

The crisis dynamics model of the Ukrainian banking system's assets and a forecast of the post-crisis dynamics of the assets

Побудовано математичну модель динаміки активів банківської системи України (БСУ) за період із 01.07.1998 р. до 01.10.2013 р. Модель представлено у вигляді суперпозиції трьох експонент типу Вейбулла з різними значеннями параметрів. Модель дає змогу описати як загальну тенденцію динаміки, так і піки та спади, спричинені останньою фінансовою кризою. Коефіцієнт кореляції фактичних даних і розрахункових значень моделі становить не менш як R = 0.999. Розроблено прогноз післякризової динаміки активів банківської системи України.

There was built a mathematical model of the Ukrainian banking system's assets for the period since 1 July 1998 to 1 October 2013. The model is represented by the superposition of the three Weibull type exponents with various values of parameters. The model makes it possible to describe a trend of the general dynamics as well as peaks and falls caused by the latest financial crisis. The correlation coefficient of actual data and design data of the model is not less than R=0.999. The author developed a forecast of the post-crisis dynamics of the Ukrainian banking system's assets.

Ключові слова: банківська система, банківські активи, фінансова криза, математичне моделювання, прогнозування, функція Вейбулла.

Key words: banking system, bank assets, financial crisis, mathematical modeling, forecasting, Weibull function.

Проблеми фінансової кризи 2008–2009 років та паралельного спаду економіки у світі не перестають бути предметом наукових досліджень. Оскільки Україна, порівняно з багатьма іншими країнами, перебуває в більш скрутному становищі, то для нас такі дослідження мають особливу актуальність. Важливою складовою таких досліджень є пошуки можливостей ранньої діагностики і попередження криз, їх подолання та відновлення повноцінного й ефективного функціонування банківської системи України (БСУ). Так, наприклад, у праці [1] з метою ранньої діагностики та прогнозування наслідків обґрунтовано використання сучасного методу стрес-тестування.

Рання діагностика фінансових та банківських криз залишається важливою темою досліджень фахівців Світового банку. Серед останніх досліджень у цьому напрямі слід звернути увагу на праці 2013 року, присвячені питанням класифікації криз [2], впливу кредитних бумів на стан фінансових систем [3], а також аналізу загальних макроекономічних та інституційних особливостей економічних систем, для яких зниження темпів зростання після періоду стрімкого розвитку є закономірністю [4].

Наше дослідження має на меті побудову математичної моделі динаміки активів БСУ з урахуванням кризових явищ та вираження формально-математичних параметрів побудованої моделі через мінімальну кількість як макроекономічних показників, так і показників банківської системи України. Застосування такої моделі має забезпечити достатньо чутливе реагування на періодичні зміни значень досліджуваної змінної (активи) та прогнозування різних варіантів розвитку подій.

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ ТА ОБРОБКА ДАНИХ

При обґрунтуванні принципів побудови моделі автор виходив із того, що у ній має бути присутня складова, котра відображає протікання базових процесів у банківських системах незалежно від криз, а

Таблиця 1. **Нормовані значення обсягів активів банківської системи України щоквартально за період із 01.07.1998 р. до 01.10.2013 р.**

№ п/п кварталу	Нормоване значення показника	№ п/п кварталу	Нормоване значення показника	№ п/п кварталу	Нормоване значення показника	№ п/п кварталу	Нормоване значення показника	№ п/п кварталу	Нормоване значення показника
1	1	14	2.719387	27	7.647407	40	36.7509	53	58.05012
2	1.157483	15	2.86842	28	8.604734	41	39.77085	54	58.58243
3	1.219787	16	3.033058	29	9.38766	42	43.01082	55	60.01174
4	1.251081	17	3.200906	30	10.45369	43	52.71509	56	61.61700
5	1.299898	18	3.573864	31	12.17445	44	49.55857	57	62.86486
6	1.413524	19	3.857833	32	12.94906	45	49.22054	58	63.60773
7	1.468954	20	4.259713	33	14.49008	46	50.6586	59	64.16179
8	1.708543	21	4.805432	34	16.36286	47	49.71887	60	65.18392
9	1.838737	22	5.11538	35	19.36383	48	49.80512	61	67.97739
10	1.950833	23	5.705583	36	21.54175	49	50.3909	62	70.12867
11	2.104963	24	6.113655	37	25.04988	50	52.22618		
12	2.398589	25	6.79834	38	28.95277	51	53.62571		
13	2.585100	26	7.690231	39	34.11908	52	56.6397		

також складові, які "відповідають" за кризові явища.

Для зручності проведення аналізу та виконання розрахунків, а також для забезпечення наочності отриманих результатів проміжок часу, починаючи з 01.07.1998 р. і до 01.10.2013 р., розбито на 62 квартали, причому даті 01.07.1998 р. відповідає квартал № 1, а даті 01.10.2013 р. – квартал № 62. Значення обсягу активів БСУ станом на 01.07.1998 р. (17 567 768 тис. грн.) прийнято за одиницю, а всі наступні значення обсягів активів нормовані на величину 17 567 768 тис., що і відображено в таблиці 1. Усі дані щодо активів БСУ автором зібрано з журналу "Вісник Національного банку України" за період 1998–2013 рр. та з Офіційного інтернет-представництва НБУ (http://www.bank.gov.ua).

Якісний аналіз динаміки активів БСУ дає змогу виокремити три періоди: 1-й – період стрімкого зростання з 01.07.1998 р. до 01.01.2009 р. (квартали 1–43); 2-й – період нестабільності з 01.04.2009 р. до 01.10.2010 р. (квартали 44–50) та 3-й – період стабілізації з 01.01.2011 р. до 01.10.2013 р. (квартали 51–62).

Динаміку активів БСУ впродовж 1-го періоду (періоду стрімкого зростання) з досить високою точністю можна описати формулою:

$$Y = e^{\left(\frac{x-1}{\beta}\right)^{\alpha}}, \qquad (1)$$

де параметри $\alpha = 1.346016$, $\beta = 15.09394$, а змінна x набуває значення від 1 до 43. Функціональна залежність (1), на думку автора, є характерною для багатьох природних та економічних процесів, і відповідним підбором параметрів можливо з високою точністю описати, скажімо, динаміку сумарного ВВП країн світу чи кількість патентів, виданих в усьому світі протягом значного періоду часу [5].

Стосовно динаміки зростання обсягів активів БСУ за період із 1-го до 43-го кварталів включно, то коефіцієнт кореляції фактичних даних і розрахункових значень моделі, отриманих за формулою (1) за цей же період, становить $R = 0.998426$, що дає підстави для використання цієї формули з метою досить якісного умовного прогнозування динаміки активів БСУ на наступні після 01.01.2009 р. часові проміжки за умови відсутності кризи. На графіку 1 відображено фактичну динаміку активів банківської системи за весь досліджуваний період та можливу "прогнозну" динаміку з використанням формули (1) на період після 43-го кварталу. Додатково на графіку 1 позначено реальну динаміку ВВП України за період із 01.01.1999 р. до 01.01.2013 р. Обсяги активів та ВВП нормовано відповідно на їхні значення станом на 01.07.1998 р. (для активів) та станом на 01.01.1999 р. (для ВВП). Крива умовного, тобто за відсутності кризи, прогнозу ВВП також побудована за допомогою формули (1) зі значеннями $\alpha = 1.260475$, $\beta = 22.96552188$.

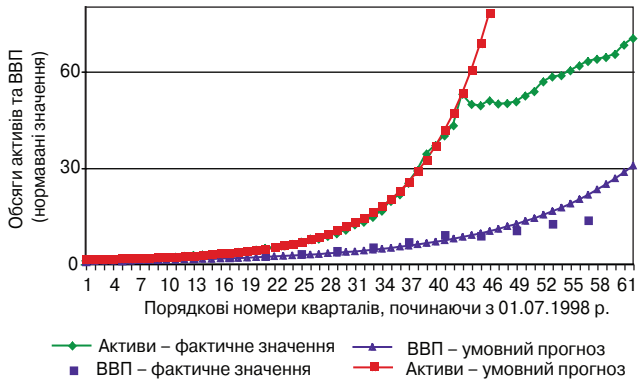
Як свідчать дані, наведені на графіку 1, теоретично, за умови відсутності кризи, обсяг активів БСУ станом на 01.10.2013 р. (62-й квартал) міг би бути значно більшим – за підрахунками автора, після 01.01.2009 р. обсяг активів постійно зростав би і збільшився б майже у 10 разів порівняно з реально досягнутими параметрами. Тобто якби станом на 01.01.2009 р. або кварталом раніше було відомо, що динаміку активів за попередній проміжок часу можна моделювати за допомогою формули (1), то ще тоді постало б питання: а чи будуть такими ж високими реальні темпи зростання обсягів активів БСУ у наступні чотири роки? Іншими словами: чи буде лінія тренду, навіть збігаючись протягом попередніх 43 кварталів із фактичною динамікою активів, відображати реальні банківські процеси, що відбуватимуться в Україні у найближчому майбутньому? Мало того, чи довго ще так стрімко збільшуватиметься різниця між темпами зростання обсягів банківських активів та ВВП?

Відповідь на ці запитання можна знайти, якщо порівняти динаміку активів БСУ з динамікою активів інших банківських систем, особливо систем із високими темпами економічного розвитку. Згідно з даними Європейської банківської федерації (European Banking Federation) [6] протягом 10 років (2001–2011 рр.) активи європейських банків країн – членів Євросоюзу збільшилися в 1.85 раза, і для сталих економік це вважається дуже значним зростанням. Стосовно економік, що розвиваються, то згідно з висновками компанії Прайсвотерхаус Куперс Інтернешнл Лтд. (Pricewaterhouse Coopers International Ltd.) [7] зростання обсягів активів національних банківських систем у 8–10 разів можливе, і воно прогнозується для таких країн, як Китай та Бразилія, але цей прогноз має часовий горизонт до 2050 року й охоплює період у 41 рік, а не у 4 роки, як у випадку умовного прогнозу для України. Таким чином, темпи зростання обсягів активів банківської системи України протягом 1998–2009 років були занадто високими, щоб бути сталими, і питання суттєвого спаду або кризи було лише питанням часу незалежно від інших причин, тому що теоретично можливий, але занадто високий темп зростання обсягів активів відповідно до (1) з параметрами $\alpha = 1.346016$ і $\beta = 15.09394$ не відповідає реальним можливостям жодної економіки у світі з точки зору довгострокової перспективи.

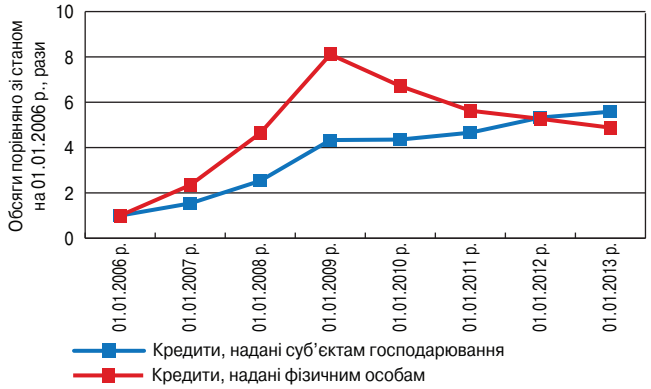
ПОБУДОВА МОДЕЛІ, РОЗРАХУНКИ ЇЇ ПАРАМЕТРІВ

З розуміло, що для такої складної геометрії часового ряду динаміки активів БСУ модель цього ряду може бути побудовано тільки у вигляді суперпозиції кількох функцій.

Графік 1. **Графічне зіставлення реальної динаміки активів БСУ і ВВП України та їх прогнозної динаміки за умови відсутності кризи**



Графік 2. **Динаміка обсягів кредитів, наданих фізичним особам та суб'єктам господарювання за період 2006–2012 рр.**



Для пошуку цих функцій оберемо стандартну процедуру декомпозиції часового ряду і визначимо його складові. Першою складовою можна обрати функцію (1) із параметрами, що характеризують динаміку ВВП у докризовий період.

Що ж до форми інших складових, то вона стає зрозумілою з аналізу динаміки кредитів, наданих банками України як фізичним особам, так і суб'єктам господарювання за період із 01.01.2006 р. до 01.01.2013 р. Динаміку зростання обсягу зазначених кредитів подано на графіку 2, побудованому на основі даних [8].

На графіку 2 видно, що характерною ознакою динаміки кредитів, наданих фізичним особам, є значний загострений пік станом на 01.01.2009 р., а динаміка кредитів, наданих суб'єктам господарювання, крім відносно невеликого піку на 01.01.2009 р., характеризується постійним зростанням, швидкість якого із часом уповільнюється. Крім того, відповідно до даних Світового банку [9] динаміку чистих іноземних активів в органах фінансового управління та банках України відображено на графіку 3, що є додатковим аргументом на користь багатокомпонентної структури сумарного тренду динаміки активів БСУ.

Зазначену динаміку реальних змін можна узагальнено промоделювати кривими, що базуються на експоненціальній частині функції розподілу Вейбулла [10]. Такі залежності автор уже використовував [11, с. 87] для розрахунку показників БСУ, тому на основі аналізу реальної динаміки активів БСУ автор пропонує для моделювання ще двох додаткових складових такої динаміки використати варіанти функції:

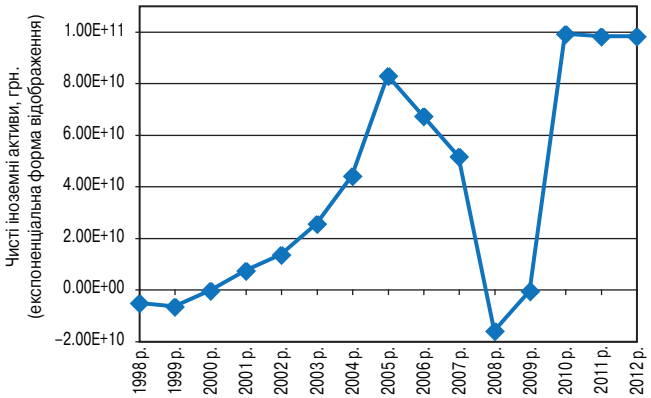
$$Y = K_A e^{\pm\left(\frac{|x-A|}{\beta}\right)^{\alpha}}, \qquad (2)$$

де коефіцієнт K_A змінюється у межах $-\infty < K_A < \infty$, змінна x (час у кварталах) набуває значень у межах $1 < x < \infty$, коефіцієнт A може змінюватися у межах $1 < A < \infty$, $|x-A|$ означає модуль числа $x-A$, параметри α та β одночасно > 0, A – це значення змінної x (час), для якої або відоме емпіричне числове значення коефіцієнта K_A, або підібрано відповідне модельне значення. Тобто якщо, наприклад, станом на 01.07.1998 р. (у нашому випадку це 1-й квартал) активи БСУ у відносних одиницях дорівнювали 1 (див. таблицю 1), тоді $A = 1$ і $K_A = 1$, якщо ж станом на 01.07.1998 р. (1-й квартал) активи БСУ становили 17 567 768 000 грн. в абсолютних одиницях, тоді $A = 1$, а $K_A = 17\,567\,768\,000$. Знак "+" у показнику експоненти використовується для опису динаміки абсолютного зростання, а знак "–" – для опису змінних процесів із використанням модуля $|x - A|$. Використання модуля $|x - A|$ замість $x - A$ за решти рівних умов дає змогу забезпечити додатне значення показника в дужках експоненти незалежно від того, парне чи непарне значення має показник α. Крім того, це дає можливість забезпечувати максимум модельної функції у точці $x = A$ для значень $A \geqslant 2$. Як з'ясувалося в результаті цього дослідження, за допомогою функцій (1) і (2) можна побудувати всі складові моделі динаміки активів БСУ з урахуванням кризових явищ.

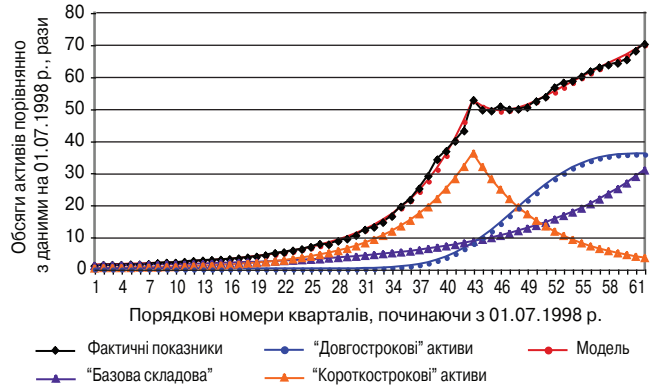
Таким чином, крива моделі динаміки активів БСУ за період із 01.07.1998 р. до 01.10.2013 р. може бути подана у вигляді складної функції, що є суперпозицією трьох таких функцій:

1. Y_1 – крива динаміки "базової

Графік 3. **Динаміка чистих іноземних активів, мобілізованих органами фінансового управління та банками України за період 1998–2012 рр. (станом на кінець року)**



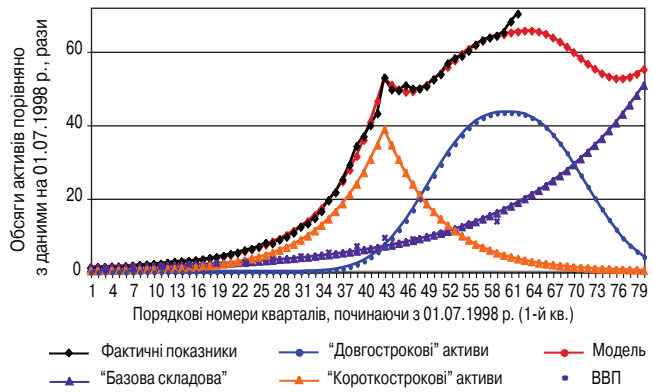
Графік 4. **Модель, її окремі складові та фактична динаміка активів БСУ за період із 01.07.1998 р. до 01.10.2013 р. (або з 1 до 62 кварталу включно)**



Графік 5. **Значення залишкової компоненти залежно від часу та апроксимаційна лінія залишкової компоненти для динаміки активів БСУ за період із 01.07.1998 р. до 01.10.2013 р. (62 квартали)**

Примітка. Апроксимаційну лінію та коефіцієнт детермінації побудовано за допомогою пакета Excel.

Графік 6. **Модель "песимістичної" динаміки активів БСУ на базі фактичних даних станом на 01.01.2013 р.**



складової " активів, яка має вигляд:

$$Y_1 = K_1 e^{\left(\frac{x-A_1}{\beta_1}\right)^{\alpha_1}}; \qquad (3)$$

2. Y_2 – крива динаміки "короткострокових" активів, що має вигляд:

$$Y_2 = K_2 e^{-\left(\frac{|x-A_2|}{\beta_2}\right)^{\alpha_2}}; \qquad (4)$$

3. Y_3 – крива динаміки "довгострокових" активів, яка має вигляд:

$$Y_3 = K_3 e^{-\left(\frac{|x-A_3|}{\beta_3}\right)^{\alpha_3}}. \qquad (5)$$

Назви "базова складова", "короткострокові" та "довгострокові" активи – умовні, і вивчення особливостей їхньої динаміки буде предметом окремого дослідження. Але вже зараз можна стверджувати, що характер зростання "базової складової" суттєво залежить від темпів зростання ВВП, а характер динаміки "короткострокової" та "довгострокової" складових активів БСУ істотно залежить відповідно від обсягів кредитування фізичних осіб та суб'єктів господарювання.

Для кожної з цих трьох функцій автором було розраховано значення параметрів A, K, α та β, які наведено в таблиці 2, і побудовано відповідні криві, наведені на графіку 4. Крім того, на графіку 4 позначено також сумарну модельну криву та криву, що відображає фактичну динаміку активів.

На графіку 4 чітко видно, що модельна крива і крива фактичних значень динаміки активів БСУ майже збігаються. Об'єктивним показником такого збігу є те, що коефіцієнт кореляції R для даної моделі становить $R = 0.9994757$. Крім того, можна дослідити так звану залишкову компоненту [12, с. 369] і переконатись, що вона має випадковий характер. Для цілей цього дослідження достатньо вивчити графік залишкової компоненти, яка визначається як відхилення фактичних даних від розрахункових значень моделі. На графіку 5 зображено як криву залежності залишкової компоненти від часу (з 1-го до 62-го кварталу), так і її апроксимаційну лінію.

Із графіка 5 видно, що апроксимаційна лінія для залишкової компоненти майже збігається з горизонтальною віссю незалежної змінної. Це є досить вагомим показником відсутності неврахованих компонент тренду, тобто підтвердженням того, що тренд було обрано досить якісно. Крім того, загальна сума залишків становить 4.91×10^{-5}, а коефіцієнт кореляції для значень залишкової компоненти і чинника часу (розраховано автором) становить $R = 0.0004508$, що є ще одним свідченням високої якості моделі.

Таким чином, із використанням формул (3), (4), (5) було сформовано три складові загального тренду динаміки активів банківської системи України і на їх основі побудовано модель динаміки активів БСУ за останні 15 років. Створена модель дає змогу навіть урахувати складну динаміку активів, спричинену фінансовою кризою.

АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ МОДЕЛІ

Однією з важливих умов побудови моделі є її здатність враховувати поточні відхилення у фактичній динаміці досліджуваної змінної та можливість прогнозувати загальну динаміку з урахуванням подій, що мали місце в останні один-два періоди.

Із цієї точки зору дуже цікавим для аналізу був період із 01.07.2012 р. до 01.01.2013 р. (квартали 57–59), протягом якого темпи зростання обсягів активів БСУ значно зменшились і взагалі могло постати питання про можливість чергової фінансової кризи в Україні. Станом на 01.01.2013 р. було побудовано модельну криву "песимістичного" варіанта подальшого розвитку подій. Модель мала відповідати таким вимогам: коефіцієнт кореляції фактичних даних та розрахункових значень моделі мав бути не меншим 0.999 за умови, що апроксимаційна лінія залишкової компоненти моделі мала б вигляд прямої, максимально наближеної до осі незалеж-

Таблиця 2. **Значення параметрів *A*, *K*, α та β, що забезпечують побудову моделі динаміки активів БСУ за період із 01.07.1998 р. до 01.10.2013 р.**

Функція	*A*	*K*	α	β
Y_1	1.00	1.000000	1.260474671	22.96552188
Y_2	43.00	36.030000	0.999000000	8.000000000
Y_3	62.00	35.87263	2.834400000	16.45000000

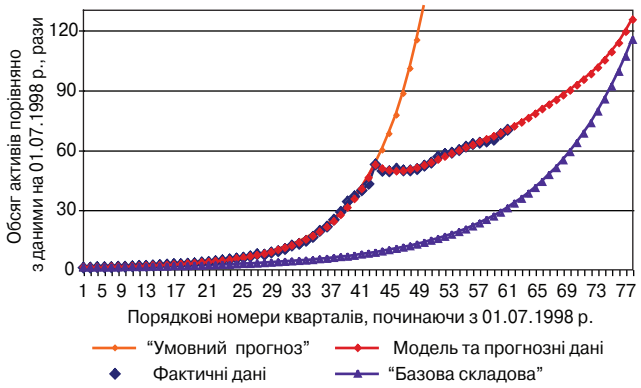
Таблиця 3. **Значення параметрів *A*, *K*, α та β, що забезпечують побудову моделі динаміки активів БСУ за період із 01.07.1998 р. до 01.01.2013 р.**

Функція	*A*	*K*	α	β
Y_1	1.00	1.000000	1.130862420	23.58654218
Y_2	43.00	38.63000	1.034000000	8.020000000
Y_3	60.53	43.40000	2.500000000	13.85000000

Графік 7. **Значення залишкової компоненти залежно від часу та апроксимаційна лінія залишкової компоненти для динаміки активів БСУ за період із 01.07.1998 р. до 01.01.2013 р. (59 кварталів)**

Примітка. Апроксимаційну лінію та коефіцієнт детермінації побудовано і розраховано за допомогою пакета Excel.

Графік 8. **Прогноз динаміки активів БСУ на перспективу 12–16 кварталів (із 01.01.2014 р. до 01.01.2017 р. і далі)**



ної змінної (осі часу). Така модель автором була побудована, значення параметрів наведено в таблиці 3, а відповідні криві подано на графіку 6.

Модель із параметрами, зазначеними у таблиці 3, та динамікою, відображеною на графіку 6, забезпечила коефіцієнт кореляції фактичних даних і розрахункових значень моделі $R = 0.999477$ та характеристики залишкової компоненти, позначені на графіку 7, що гарантує відсутність прихованих додаткових трендів і свідчить про достатню якість моделі. Коефіцієнт кореляції залишкової компоненти і чинника часу, розрахований автором для цього випадку, дав значення $R = 0.0016446$, підтверджуючи те, що всі складові тренду враховано.

Порівнявши графіки 4 і 6 та проаналізувавши відповідні дані, можна стверджувати, що запропонована модель виявилася досить чутливою до коливань фактичних даних і дає змогу описувати динаміку активів з урахуванням змін часового ряду, що мали місце в останні періоди.

"Песимістичність" прогнозу на основі даних станом на 01.01.2013 р. полягає в тому, що якби не відбулося значного зростання обсягів активів за останні три досліджувані нами квартали (з 01.01.2013 р. до 01.10.2013 р.), то із часом дуже ймовірним було б очікувати загального скорочення обсягів активів БСУ і навіть повернення до стану на 01.01.2009 р. Важливо при цьому зазначити, що модель такого спаду побудовано з використанням "базової складової", яка відображає зменшені темпи зростання ВВП (див. графік 6), що і спостерігається в останні роки. Ця обставина підкреслює особливе значення "базової складової", оскільки внесок двох інших складових із часом зменшується, потім узагалі зникає і підтверджує, що зростання ВВП, серед іншого, буде запорукою сталого безризикового зростання обсягу активів БСУ.

МОДЕЛЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗУВАННЯ

Добре відомо, що будь-який високоточний (кількісний) прогноз на довгий термін побудувати практично неможливо, але ймовірні напрями динаміки активів варті того, аби дати їм загальну оцінку. Складність моделювання у нашому випадку полягає в тому, що модель формується трьома складовими, і кожна з цих складових залежить від 4 параметрів, тобто загальний результат залежить від 12 параметрів. Зрозуміло, що за такої кількості параметрів досить якісну модель у цілому можливо побудувати за певної варіативності співвідношень окремих параметрів, але з аналізу великої кількості комбінацій параметрів автор дійшов висновку, що і криві моделей, і криві "базових" трендів, відображені на графіках 4 і 6, є найбільш характерними та відповідають досить суворим вимогам. Тому, з урахуванням згаданих вище зауважень, можна побудувати прогноз динаміки активів БСУ, принаймні на найближчу перспективу.

Оскільки модель відповідно до даних таблиці 2 та графіка 4 досить точно відтворює динаміку активів протягом останніх 12 кварталів, то цю модель доцільно використати для прогнозування динаміки активів на наступні 12–16 кварталів. Таку прогнозну криву подано на графіку 8.

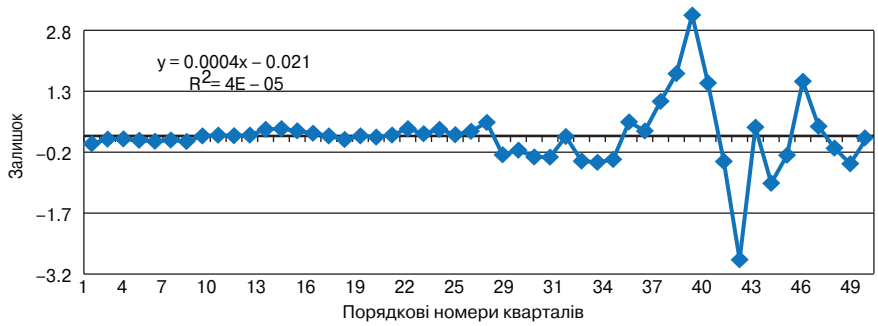
Порівнюючи графіки 8 та 4, бачимо, як у міру зменшення внеску складових, що відображають "короткострокові" та "довгострокові" активи, домінуючою стає тенденція "базової складової", яка приблизно повторює динаміку зростання ВВП у період до 01.01.2009 р. Вірогідно, що за умови стабілізації темпів зростання ВВП ця "базова складова" може слугувати нижньою межею для темпів зростання обсягів активів БСУ. Верхньою, але дуже небажаною межею, можна вважати тренд "умовного прогнозу" зростання обсягів активів БСУ (див. графіки 8, 1), котрий побудовано на основі темпів зростання обсягів активів у період до 01.01.2009 р.

Для перевірки якості моделі та можливості на її основі будувати достовірні прогнози дослідники часто використовують так званий метод *ex post-прогнозу* [12, с. 364], тобто умовного "прогнозування з минулого" або ретроспективного прогнозу з використанням моделі, яка коректно описує поточний стан. Застосувавши цей метод до нашої задачі, питання поставимо так: починаючи з якої дати у минулому модель із параметрами, означеними у таблиці 2, почала б давати надійний прогноз динаміки активів БСУ, і яка точність такого прогнозу?

Якщо такою датою в минулому обрати період на 12 кварталів раніше за 62-й квартал, тобто 01.10.2010 р. (50-й квартал), то на додаток до графічного відображення (див. графік 4) фактичного стану і моделі зауважимо, що коефіцієнт кореляції за 50 кварталів становить R = 0.999097, сумарне значення залишкової компоненти дорівнює –0.6016 і її загальний вигляд відтворено на графіку 9.

Слід зазначити, що апроксимаційна лінія для залишкової компоненти за період у 50 кварталів так само, як і для періоду в 62 квартали, збігається з віссю часу, а коефіцієнт кореляції за-

Графік 9. **Значення залишкової компоненти залежно від часу та апроксимаційна лінія залишкової компоненти для динаміки активів БСУ за період із 01.07.1998 до 01.10.2010 р. (50 кварталів)**



Примітка. Апроксимаційну лінію та коефіцієнт детермінації побудовано і розраховано за допомогою пакета Excel.

лишкової компоненти і чинника часу $R = 0.006563$ (розраховано автором) також практично дорівнює нулю.

Для з'ясування можливості використання *ex post-прогнозу* на базі останніх 12 кварталів для прогнозування подальшої динаміки активів треба розрахувати показники середньоквадратичної похибки у відсотках (*RMSPE*):

$$RMSPE = \sqrt{\frac{100}{m}\sum_{i=n-m+1}^{n}\left(\frac{y_i - y_i^{\wedge}}{y_i}\right)^2} \qquad (6)$$

та абсолютної похибки у відсотках (*MAPE*):

$$MAPE = \sum_{i=n-m+1}^{n}\frac{100|y_i - y_i^{\wedge}|}{m|y_i|}, \qquad (7)$$

де, у нашому випадку, $n = 62$, $m = 12$, y_i – фактичні дані, $y_i^{\wedge}$ – дані моделі, і за величиною цих показників зробити висновки про очікувану точність прогнозу.

Якщо вказані два показники не перевищують 10% [12, с. 365], тоді точність прогнозу вважається високою.

Розрахунки автора показали, що за останні 12 кварталів *RMSPE* = = 0.139%, а *MAPE* = 1.061%, тобто точність прогнозу висока, і якщо у майбутньому не станеться різких змін загального напрямку тренду, така точність має зберігатися. Об'єктивним підтвердженням якості моделі та придатності її використання для прогнозу є той факт, що протягом зазначених 12 кварталів коефіцієнт кореляції між фактичними даними і розрахунковими значеннями моделі тільки зростав (від $R = 0.999097$ станом на 01.10.2010 р. до $R = 0.9994757$ на 01.10.2013 р.).

Таким чином, якби станом на 01.10.2010 р. було побудовано прогноз у вигляді суперпозиції трьох функцій (3), (4), (5) із параметрами, наведеними у таблиці 2, то цей прогноз був би коректним протягом наступних 12 кварталів (так і сталося), а тому є підстави очікувати, що за відсутності різких змін модельна прогнозна крива, побудована на графіку 8, відображатиме реальне зростання обсягів активів БСУ із досить високою точністю. З урахуванням певної нестабільності динаміки зростання активів БСУ цей результат можна вважати цілком задовільним.

Крім іншого, дані на графіку 9 свідчать про те, що нестабільність динаміки активів БСУ почала зростати не під час фінансової кризи, тобто не з 01.01.2009 р., або 43-го кварталу, а значно раніше – починаючи з 26-го кварталу, тобто із 1 жовтня 2004 року.

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ

Зауважимо, що побудована модель динаміки активів БСУ та відповідний прогноз на найближчі 12 кварталів у даному випадку описують ситуацію, яка ймовірна за умови відсутності нових тенденцій, нових складових та невтручання учасників систем і пасивного спостерігання ними за розвитком подій. У такому випадку в міру затухання амплітуд наявних "короткострокової" та "довгострокової" складових модельна крива в певний момент зіллється з кривою "базового" тренду, і питання тільки у тому, коли саме це станеться. Такий варіант прогнозу динаміки активів БСУ можна назвати прогнозом "пасивної" динаміки.

Зрозуміло, що банківські системи невпинно розвиваються, зростання обсягів активів залежить від стану економіки та інших чинників, тому зменшення внеску існуючих складових до нульового рівня має компенсуватися появою нових складових, покликаних забезпечити нове послідовне зростання обсягів активів.

Слід окремо зауважити, що наявність "базового" тренду і тренду "умовного прогнозу" дає можливість порівнювати реальну динаміку активів банківської системи зі згаданими трендами та залежно від ступеня відхилення обсягу реальних активів від значень "базового" тренду робити висновки про надмірно високі (надмірно низькі) темпи зростання обсягу активів і, відповідно, про можливість наближення кризової ситуації у банківській системі. Виходячи з даних станом на 01.10.2013 р. та нехтуючи впливом інших чинників, можна очікувати, що у найближчому майбутньому траєкторія сталого, безризикового й інтенсивного нарощування обсягів активів БСУ має "піднятися" над прогнозованою траєкторією на найближчі 12 кварталів (траєкторія "пасивного" зростання) та проходити між "базовим" трендом і трендом "умовного прогнозу", приблизно повторюючи профіль "базового" тренду. Це, з одного боку, щонайменше забезпечить швидкість зростання обсягів активів БСУ не меншу за швидкість зростання ВВП та обмежить невиправдано швидке зростання обсягів активів БСУ, з другого боку.

Національний банк України й уряд мають подумати над тим, як, збільшуючи обсяги активів БСУ, збільшуючи обсяги кредитування суб'єктів господарювання, одночасно обмежити темпи зростання можливої нової "короткострокової" складової активів і скерувати гроші на забезпечення зростання "базового" тренду. Швидше за все, це можна зробити, заохочуючи банки економічними важелями до вкладення довгострокових інвестицій у реальну економіку, обмежуючи банківські спекулятивні операції та підвищуючи норми резервування на операції з "короткостроковими" активами у вигляді споживчих кредитів фізичним особам.

ВИСНОВКИ

1. Математична модель динаміки активів банківської системи України за період із 01.07.1998 р. до 01.10.2013 р., яка враховує вплив світової фінансової кризи 2008–2009 рр., може бути

побудована як суперпозиція трьох функцій типу

$$Y = K_A e^{\pm\left(\frac{|x-A|}{\beta}\right)^{\alpha}}$$

з відповідними параметрами.

2. Коефіцієнт кореляції фактичних даних і розрахункових значень моделі становив не менш як $R = 0.9994757$, а середньоквадратична похибка у відсотках та абсолютна похибка у відсотках за останні 12 кварталів були настільки мізерними, що характеризують модель як досить якісну і придатну для принаймні короткострокового прогнозування подальших змін в обсягах активів банківської системи України.

3. Порівнюючи реальну динаміку активів банківської системи України з динамікою "базового" тренду, що відповідає динаміці ВВП України, можна робити висновки про надмірно високі або надмірно низькі темпи зростання обсягу активів і можливість наближення кризової ситуації у банківській системі.

4. У найближчому майбутньому траєкторія сталого, безризикового зростання обсягів активів БСУ має "піднятися" над прогнозованою траєкторією на найближчі 12 кварталів та проходити між "базовим" трендом і трендом "умовного прогнозу", приблизно повторюючи профіль "базового" тренду.

❑

Література

1. Вовк В., Дмитрик Ю. Діагностування кризи з боку центральних банків: зарубіжний та вітчизняний досвід / В.Вовк, Ю.Дмитрик // Вісник Національного банку України. – 2013. – № 3. – С. 20–25.

2. S. Claessens, M. Ayhan Kose. Financial Crises: Explanations, Types, and Implications / S.Claessens, M.Ayhan Kose // International Monetary Fund Working Paper. – January 2013. – № 13/28. – P. 66.

3. Luis A. V. Catão and Gian Maria Milesi-Ferretti. External Liabilities and Crises / Luis A. V. Catão and Gian M. Milesi-Ferretti // International Monetary Fund Working Paper. – May 2013. – № 13/113. – P. 37.

4. Shekhar Aiyar, Romain Duval, Damien Puy, Yiqun Wu, and Longmei Zhang. Growth Slowdowns and the Middle-Income Trap / S.Aiyar et al. // International Monetary Fund Working Paper. – March 2013. – № 13/71. – P 64.

5. Сардак С. Е., Сухотеплий В. Т. Періодизація та прогноз глобальної динаміки розвитку людських ресурсів / Сардак С. Е., Сухотеплий В. Т. // Економічний часопис – XXI. – 2013. – № 3–4 (1). – С. 3–6.

6. European Banking Sector. Facts and Figures 2012 / European Banking Federation. – October 2012. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ebf-fbe.eu/uploads/FF2012.pdf.

7. Banking in 2050 / PricewaterhouseCoopers International Limited (PwCIL). May 2011. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.pwc.com/gx/en/banking-capital-markets/publications/banking-in-2050.html.

8. Бєлова І. В. Концентрація кредитів банків України як системний ризик. // Вісник Української академії банківської справи. – 2013. – № 1 (34). – С. 106–112.

9. World Bank Open Data: free and open access to data about development in countries around the globe. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://data.worldbank.org/country/ukraine#cp_fin.

10. Christian Kleiber and Samuel Kotz. Statistical Size Distributions in Economics and Actuarial Sciences. – John Wiley & Sons, Inc. – 2003. – P. 74.

11. Сухотеплий В. Математична реконструкція структури власного капіталу та прибутковості реального банківського сектору України / В.Сухотеплий // Банківська справа. – 2009. – № 1. – С. 84–94.

12. Присенко Г. В., Равікович Є. І. Прогнозування соціально-економічних процесів. – К.: КНЕУ, 2005. – 378 с.

Монети України/

Про введення в обіг пам'ятної монети "Ягнятко"

Putting into circulation the commemorative coin "Aries (Little Ram)"

Національний банк України, започатковуючи серію "Дитячий Зодіак", 20 березня 2014 року ввів в обіг пам'ятну монету номіналом 2 гривні, присвячену дітям, які народилися під сузір'ям Овна.

Монету виготовлено зі срібла 925 проби. Категорія якості карбування – спеціальний анциркулейтед, маса дорогоцінного металу в чистоті – 7.78 г, діаметр – 26.5 мм, тираж – до 10 000 штук. Гурт монети, яка має форму дев'ятикутника, – гладкий.

На аверсі монети розміщено: вгорі малий Державний герб України, написи: вгорі півколом – **НАЦІОНАЛЬНИЙ БАНК УКРАЇНИ**, внизу – номінал **ДВІ ГРИВНІ** та стилізовану композицію – на тлі зоряного неба зображення знаків зодіаку, під якими на Місяці солодко спить дитина; рік карбування монети – **2014** та логотип Монетного двору Національного банку України (праворуч), зазначено метал, його пробу та масу дорогоцінного металу в чистоті – **Ag 925 / 7.78** (ліворуч).

На реверсі монети зображено стилізовану композицію: ліворуч на матовому тлі – символ знака зодіаку Овен, у центрі на траві – ягнятко, вгорі напис – **ЯГНЯТКО**.

Художник – Наталія Фандікова.

Скульптори – Святослав Іваненко, Анатолій Дем'яненко.

Пам'ятна монета номіналом 2 гривні "Ягнятко" є дійсним платіжним засобом України та обов'язкова до приймання без будь-яких обмежень за її номінальною вартістю до всіх видів платежів, а також для зарахування на розрахункові рахунки, вклади, акредитиви та для переказів.

❑