

УДК 336.713:330.4

С. Є. Борисова,

доктор економічних наук,

О. В. Балашова,

кандидат економічних наук,

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

## ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ КРЕДИТНИХ І ЗАЛУЧЕНИХ КОШТІВ БАНКІВСЬКОЇ УСТАНОВИ

**Постановка проблеми.** Фінансово-кредитна система України набуває особливого значення в умовах трансформації економіки, а її фундамент – банківська система – є вагомим чинником вирішення проблем соціально-економічного розвитку суспільства та держави. Банківська діяльність все частіше розглядається як форма поєднання різних напрямків фінансово-кредитного обслуговування на засадах комплексності та кооперування її здійснення. Банківський сектор України характеризується наявністю великої кількості банківських установ. Це свідчить про досить розвинене конкурентне середовище. Процеси, що відбуваються у банківській системі України, безумовно, свідчать про необхідність зміцнення, передусім, її національної складової: банкам з вітчизняним капіталом важко конкурувати з іноземними, у них обмежений доступ до валютних ресурсів, вони загалом поступаються технологіями ведення банківського бізнесу. Отже, актуальними проблемами банківської установи є: оптимізація процесів, що відбуваються безпосередньо в її діяльності, аналіз і оцінювання ефективності проведення банківських операцій, застосування провідних методів управління банком, прогнозування його майбутніх результатів на підставі методів економіко-математичного моделювання та прогнозування. В усьому світі застосування економіко-математичних методів для розв'язання фінансових проблем набуло широкого розповсюдження, вони є важливим інструментом в управлінні діяльністю банку.

**Аналіз останніх досліджень.** В останні роки у просторі наукових розробок з'являється велика кількість теоретичних та практичних наукових праць, які присвячено пропозиціям щодо застосування методів економіко-математичного моделювання й прогнозування в діяльності окремої банківської структури та банківської системи України в цілому. Основні питання щодо моделювання у банківській діяльності розглядали у своїх наукових працях вітчизняні та зарубіжні вчені: Ю. А. Стадник [1], В. А. Логунова [2], М. Г. Медведєв [3], О. О. Золотова [4], А. І. Кузмичов [5], Ю. І. Лернер [6] та ін.

**Метою даної статті** є дослідження економіко-математичного моделювання в банківській сфері та

його застосування у практичній діяльності банківської установи.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У банківській сфері важливе значення має постійне планування і прогнозування діяльності банку. За допомогою методів економіко-математичного прогнозування на прикладі умовного банку буде проведено прогнозування величини залучених коштів і кредитів банку на 2017 р.

Аналітичне рівняння ряду динаміки за прямою визначається за формулою [7]:

$$y_t = b_0 + b_1 * t, \quad (1)$$

де  $t$  – порядковий номер періодів або моментів часу.

Параметри  $b_0$  і  $b_1$  прямої розраховуються за методом найменших квадратів. Система нормальних рівнянь у цьому випадку має вигляд:

$$\begin{cases} \sum_1^n y_i = b_0 n + b_1 \sum_1^n t_i, \\ \sum_1^n y_i t_i = b_0 \sum_1^n t_i + b_1 \sum_1^n t_i^2. \end{cases} \quad (2)$$

Пошук параметрів рівняння можна спростити, якщо відлік часу робити так, щоб сума показників часу досліджуваного ряду динаміки дорівнювала  $\left(\sum_1^n t_i = 0\right)$ . При непарному числі рівнів ряду дина-

міки для одержання  $\sum_{i=1}^n t_i = 0$  рівень, що перебуває в середині ряду, приймається за умовний початок відліку часу (цьому періоду або моменту часу надається нульове значення).

Дати часу, що стоять вище цього рівня, позначаються натуральними числами зі знаком «мінус» (-1, -2, -3 і т.д.), а нижче – натуральними числами зі знаком «плюс» (+1, +2, +3 і т.д.). Якщо число рівнів динамічного ряду парне, періоди часу верхньої половини (до середини) нумеруються -1, -3, -5 і т.д.

При цій умові  $\sum_1^n t_i$  буде дорівнювати нулю, а система нормальних рівнянь перетвориться таким чином [7]:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = b_0 n, \\ \sum_{i=1}^n y_i t_i = b_1 \sum_{i=1}^n t_i^2, \end{cases}$$

звідки:

$$\begin{aligned} b_0 &= \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = \bar{y}, \\ b_1 &= \frac{\sum_{i=1}^n y_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2}. \end{aligned} \quad (3)$$

Для прогнозування майбутніх результатів діяльності банківської установи, а саме, його кредитних та залучених коштів, у першу чергу, проведемо аналітичне вирівнювання за прямою ряду динаміки величини залучених коштів. Розрахунок параметрів буде проведений на підставі даних фінансової звітності умовного банку за період аналізу 2014-2016 рр. Величина залучених коштів за роками склала: 2014 р. – 56265913 тис. грн, 2015 р. – 94269726 тис. грн, 2016 р. – 145586238 тис. грн. При розрахунках для отримання найбільш точних результатів будемо використовувати дані щодо залучених коштів за кварталами 2014-2016 рр. Кожному кварталу (періоду) привласнимо нумерацію: 1 квартал 2014 р. – 1, 2 квартал 2014 р. – 2 і т.д., відповідно 4 квартал 2016 р. – номер 12.

Таблиця 1

## Розрахунок параметрів рівняння прямої

Період	Сума залучених коштів, тис. грн, $y_i$	Умовні позначення періодів, $t_i$	$y_i t_i$	$t_i^2$	Вирівняні рівні ряду динаміки, тис. грн, $\bar{y}_t$	$y_i - \bar{y}_t$	$(y_i - \bar{y}_t)^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10853622	-6	-65121732	36	13192109	-2338487	5468521684731
2	12063854	-5	-60319270	25	15106228	-3042374	9256039895775
3	16452204	-4	-65808816	16	17020347	-568143	322786538166
4	16896233	-3	-50688699	9	18934466	-2038233	4154394034800
5	25892203	-2	-51784406	4	20848585	5043618	25438081800170
6	27705598	-1	-27705598	1	22762704	4942894	24432200325738
7	20815428	1	20815428	1	26590942	-5775514	33356562990249
8	19856497	2	39712994	4	28505061	-8648564	74797660893602
9	49066897	3	147200691	9	30419180	18647717	347737345589376
10	43980014	4	175920056	16	32333299	11646715	135645967838162
11	29086951	5	145434755	25	34247418	-5160467	26630420801709
12	23452376	6	140714256	36	36161537	-12709161	161522776280081
Усього	296121877	0	348369659	182	296121877	0	848762758672559

Використовуючи підсумки граф 2, 4 і 5 табл. 1, визначимо параметри рівняння прямої за формулою (3):

$$\begin{aligned} b_0 &= \frac{296121877}{12} = 24676823, \\ b_1 &= \frac{348369659}{182} = 1914119. \end{aligned}$$

За розрахованими параметрами записуємо рівняння прямої ряду динаміки, яке характеризує суму залучених коштів:

$$\bar{y}_t = 24676823 + 1914119t.$$

Використовуючи наведене рівняння, проводиться розрахунок теоретичних значень залучених коштів для кожного кварталу (період 2014-2016 рр. за кварталами):

- 1 квартал,  $t_1 = -6$ :  $\bar{y}_1 = 24676823 + 1914119 * (-6) = 13192109$  тис. грн;
- 2 квартал,  $t_2 = -5$ :  $\bar{y}_2 = 24676823 + 1914119 * (-5) = 15106228$  тис. грн;
- 3 квартал,  $t_3 = -4$ :  $\bar{y}_3 = 24676823 + 1914119 * (-4) = 17020347$  тис. грн;
- 4 квартал,  $t_4 = -3$ :  $\bar{y}_4 = 24676823 + 1914119 * (-3) = 18934466$  тис. грн;
- 5 квартал,  $t_5 = -2$ :  $\bar{y}_5 = 24676823 + 1914119 * (-2) = 20848585$  тис. грн;
- 6 квартал,  $t_6 = -1$ :  $\bar{y}_6 = 24676823 + 1914119 * (-1) = 22762704$  тис. грн;
- 7 квартал,  $t_7 = 1$ :  $\bar{y}_7 = 24676823 + 1914119 * 1 = 26590942$  тис. грн;
- 8 квартал,  $t_8 = 2$ :  $\bar{y}_8 = 24676823 + 1914119 * 2 = 28505061$  тис. грн;

9 квартал,  $t_9 = 3$ :  $\bar{y}_9 = 24676823 + 1914119 * 3 = 30419180$  тис. грн;

10 квартал,  $t_{10} = 4$ :  $\bar{y}_{10} = 24676823 + 1914119 * 4 = 32333299$  тис. грн;

11 квартал,  $t_{11} = 5$ :  $\bar{y}_{11} = 24676823 + 1914119 * 5 = 34247418$  тис. грн;

12 квартал,  $t_{12} = 6$ :  $\bar{y}_{12} = 24676823 + 1914119 * 6 = 36161537$  тис. грн.

Правильність розрахунку рівнів ряду динаміки може бути перевірено в такий спосіб: сума значень емпіричного ряду повинна збігатися із сумою обчислених рівнів вирівняного ряду, тобто:

$$\sum_{i=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n \bar{y}_i.$$

$$t_{13} = 7: \bar{y}_{13} = 24676823 + 1914119 * 7 = 38075656 \text{ тис. грн};$$

$$t_{14} = 8: \bar{y}_{14} = 24676823 + 1914119 * 8 = 39989775 \text{ тис. грн};$$

$$t_{15} = 9: \bar{y}_{15} = 24676823 + 1914119 * 9 = 41903894 \text{ тис. грн};$$

$$t_{16} = 10: \bar{y}_{16} = 24676823 + 1914119 * 10 = 43818013 \text{ тис. грн}.$$

Таким чином, прогнозована сума залучених коштів в 2017 р. складе 163787339 тис. грн, що на 18201101 тис. грн (163787339 тис. грн – 145586238 тис. грн) більше, ніж у 2016 р., що є позитивним моментом для банківської установи. Значення  $\bar{y}_i$ , яке отримано в результаті екстраполяції, використовують для визначення прогнозного значення на майбутнє. При складанні прогнозів оперують не точковою, а інтервальною оцінкою, визначаючи, так звані, довірчі інтервали прогнозу. Величина довірчого інтервалу визначається в загальному виді так [7]:

$$y_i \pm ta \frac{S\bar{y}}{\sqrt{n}}, \quad (4)$$

де  $S\bar{y}$  – середнє квадратичне відхилення від тренда;  
 $ta$  – табличне значення t-критерію Стьюдента при рівні значимості  $a$ .

Величина  $S\bar{y}$  визначається за формулою:

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}{n - m}}, \quad (5)$$

Для даного прикладу одержимо:

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{8822930913735690 - 24676823 - 296121877 - 1914119 * 348369659}{12 - 2}} = 9212832 \text{ тис. грн}.$$

Таким чином, величина відносної помилки для розрахунку суми залучених коштів становить 9212832 тис. грн.

Продовження в майбутнє тенденції, що спостерігалася в минулому, називається екстраполяцією. Екстраполюючи при  $t = 7, 8, 9, 10$  знаходимо суми залучених коштів на 1, 2, 3, 4 квартали 2017 р.:

де  $y_i$  і  $\bar{y}_i$  – відповідно, фактичні й розрахункові значення рівнів динамічного ряду;

$n$  – число рівнів ряду;

$m$  – кількість параметрів у рівнянні тренда (для рівняння прямої  $m = 2$ ) [7].

Використовуючи дані табл. 1, розраховується середня квадратична помилка лінійного рівняння тренду:

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{848762758672559}{12 - 2}} = 9212832 \text{ тис. грн}.$$

Звідси величина відносної помилки становить:

$$\frac{S\bar{y}}{\bar{y}} = \frac{11893715}{24676823} = 0,373.$$

Для перевірки правильності розрахунку, величину середньої квадратичної помилки розраховують іншим способом, що дозволяє уникнути помилки при округленні величини  $(y_i - \bar{y}_i)$ . Для рівняння лінійного тренду  $\bar{y}_i = b_0 + b_1 t$  величина  $S\bar{y}$  визначається за формулою:

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 - b_0 \sum_{i=1}^n y_i - b_1 \sum_{i=1}^n y_i t_i}{n - 2}}. \quad (6)$$

Якщо скористатися параболою другого порядку для вирівнювання даних, необхідно вибрати рівняння:

$$\bar{y}_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2. \quad (7)$$

Система нормальних рівнянь для знаходження параметрів рівняння параболи (при дотриманні принципу відліку від умовного початку) буде мати вигляд:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = b_0 n + b_2 \sum_{i=1}^n t_i^2; \\ \sum_{i=1}^n y_i t_i = b_1 \sum_{i=1}^n t_i^2; \\ \sum_{i=1}^n y_i t_i^2 = b_0 \sum_{i=1}^n t_i^2 + b_2 \sum_{i=1}^n t_i^4. \end{cases} \quad (8)$$

Розрахунок параметрів даного рівняння тренда представлений у табл. 2.

Підставляємо підсумки граф 2, 4, 5, 6 і 7 табл. 2 у формулу (8), отримуємо наступну систему рівнянь для даного тимчасового ряду:

$$\begin{cases} 12b_0 + 182b_2 = 296121877; \\ 182b_1 = 348369659; \\ 182b_0 + 4550b_2 = 4055885537. \end{cases}$$

Таблиця 2

Розрахунок параметрів рівняння параболи

Період	$y_i$ , тис. грн	$t_i$	$t_i^2$	$y_i t_i$	$y_i t_i^2$	$(t_i)^4$	$\bar{y}_i$	$y_i - \bar{y}_i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	10853622	-6	36	-65121732	390730392	1296	14432637	-3579015
2	12063854	-5	25	-60319270	301596350	625	15691757	-3627903
3	16452204	-4	16	-65808816	263235264	256	17069968	-617764
4	16896233	-3	9	-50688699	152066097	81	18567270	-1671037
5	25892203	-2	4	-51784406	103568812	16	20183662	5708541
6	27705598	-1	1	-27705598	27705598	1	21919145	5786453
7	20815428	1	1	20815428	20815428	1	25747383	-4931955
8	19856497	2	4	39712994	79425988	16	27840138	-7983641
9	49066897	3	9	147200691	441602073	81	30051984	19014913
10	43980014	4	16	175920056	703680224	256	32382920	11597094
11	29086951	5	25	145434755	727173775	625	34832947	-5745996
12	23452376	6	36	140714256	844285536	1296	37402065	-13949689
Усього	296121877	0	182	348369659	4055885537	4550	296121877	0

При рішенні даної системи, множимо перше рівняння на (-25) і віднімаємо із третього, виходить:  $482b_0 = 11458932462$ ;

$$b_0 = 23773719.$$

Далі, підставляючи в перше рівняння  $b_2$ , виходить:

$$12 \cdot 23773719 + 182 b_2 = 296121877;$$

$$b_2 = 59545.$$

Вирішуючи систему рівнянь, отримано наступні значення параметрів:

$$b_0 = 23773719;$$

$$b_1 = 1914119;$$

$$b_2 = 59545.$$

Звідси, рівняння параболи другого порядку, що характеризує тенденцію суми залучених коштів, буде записано наступним чином:

$$\bar{y} = 23773719 + 1914119t + 59545t^2.$$

Графа 8 табл. 2, значення  $\bar{y}_i$  розраховуються в такий спосіб:

$$1 \text{ квартал, } t_1 = -6: \bar{y}_1 = 23773719 + 1914119 \cdot (-6) + 59545 \cdot 36 = 14432637 \text{ тис. грн};$$

$$2 \text{ квартал, } t_2 = -5: \bar{y}_2 = 23773719 + 1914119 \cdot (-5) + 59545 \cdot 25 = 15691757 \text{ тис. грн.};$$

$$3 \text{ квартал, } t_3 = -4: \bar{y}_3 = 23773719 + 1914119 \cdot (-4) + 59545 \cdot 16 = 17069968 \text{ тис. грн};$$

$$4 \text{ квартал, } t_4 = -3: \bar{y}_4 = 23773719 + 1914119 \cdot (-3) + 59545 \cdot 9 = 18567270 \text{ тис. грн};$$

$$5 \text{ квартал, } t_5 = -2: \bar{y}_5 = 23773719 + 1914119 \cdot (-2) + 59545 \cdot 4 = 20183662 \text{ тис. грн};$$

$$6 \text{ квартал, } t_6 = -1: \bar{y}_6 = 23773719 + 1914119 \cdot (-1) + 59545 \cdot 1 = 21919145 \text{ тис. грн};$$

$$7 \text{ квартал, } t_7 = 1: \bar{y}_7 = 23773719 + 1914119 \cdot 1 + 59545 \cdot 1 = 25747383 \text{ тис. грн};$$

$$8 \text{ квартал, } t_8 = 2: \bar{y}_8 = 23773719 + 1914119 \cdot 2 + 59545 \cdot 4 = 27840138 \text{ тис. грн};$$

$$9 \text{ квартал, } t_9 = 3: \bar{y}_9 = 23773719 + 1914119 \cdot 3 + 59545 \cdot 9 = 30051984 \text{ тис. грн};$$

$$10 \text{ квартал, } t_{10} = 4: \bar{y}_{10} = 23773719 + 1914119 \cdot 4 + 59545 \cdot 16 = 32382920 \text{ тис. грн};$$

$$11 \text{ квартал, } t_{11} = 5: \bar{y}_{11} = 23773719 + 1914119 \cdot 5 + 59545 \cdot 25 = 34832947 \text{ тис. грн};$$

$$12 \text{ квартал, } t_{12} = 6: \bar{y}_{12} = 23773719 + 1914119 \cdot 6 + 59545 \cdot 36 = 37402065 \text{ тис. грн}.$$

Екстраполюючи при  $t = 7, 8, 9, 10$  знаходимо суму залучених коштів на 1, 2, 3, 4 квартали 2017 р.:

$$\begin{aligned}
 t_{13} = 7 \quad \overline{y}_{13} &= 23773719 + 1914119 * 7 + 595545 * 49 = 40090273 \text{ тис. грн}; \\
 t_{14} = 8 \quad \overline{y}_{14} &= 23773719 + 1914119 * 8 + 595545 * 64 = 42897572 \text{ тис. грн}; \\
 t_{15} = 9 \quad \overline{y}_{15} &= 23773719 + 1914119 * 9 + 595545 * 81 = 45823962 \text{ тис. грн}; \\
 t_{16} = 10 \quad \overline{y}_{16} &= 23773719 + 1914119 * 10 + 595545 * 100 = 48869443 \text{ тис. грн}.
 \end{aligned}$$

Прогнозована сума залучених коштів у 2017 р. складе 177681251 тис. грн.

Таким чином, сума залучених коштів за прогнозом рівняння прямої складе 163787339 тис. грн, а за параболічною залежністю – 177681251 тис. грн, між отриманими значеннями є істотна різниця, тому наступний етап – визначення величини середнього

квадратичного відхилення фактичних рівнів динамічного ряду від вирівняних для рівняння параболі.

Величина середнього квадратичного відхилення фактичних рівнів динамічного ряду від вирівняних для рівняння параболі другого порядку, визначиться за формулою [7]:

$$S_{\overline{y}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 - b_0 \sum_{i=1}^n y_i - b_1 \sum_{i=1}^n y_i t_i - b_2 \sum_{i=1}^n y_i t_i^2}{n-3}}, \tag{9}$$

$$S_{\overline{y}} = \sqrt{\frac{8822930913735690 - 23773719 * 296121877 - 1914119 * 348369659 - 595545 * 4055885537}{12-3}} = 9858345 \text{ тис. грн.}$$

Відносна помилка рівняння складе 9858345 тис. грн. Порівнявши отримані значення  $S_{\overline{y}}$  для рівняння прямої й параболі другого порядку, можна зробити висновок, що пряма більш точно відображає основну тенденцію ряду динаміки, яка характеризує суму залучених коштів банку. Прогноз суми залучених коштів на 2017 р. за рівнянням прямої відбувається у такий спосіб:

а) значення критерію Стюдента при рівні залежності 5% і числі ступенів свободи  $n - m = 9$  дорівнює 4,303 [7];

$$\begin{aligned}
 \text{б) величина } t_a \frac{S_{\overline{y}}}{\sqrt{n}} &= 4,303 * \frac{9212832}{\sqrt{12}} = \\
 &= 11443895 \text{ тис. грн.}
 \end{aligned}$$



Рис. 1. Залучені кошти за період 2014-2016 рр. та прогнозне значення на 2017 р.

- 1 квартал 2017 р.:  $38075656 - 11443895 \leq y \text{ прогноз} \leq 38075656 + 11443895$ ;  
 $26631761 \leq y \text{ прогноз} \leq 49519551$ .
- 2 квартал 2017 р.:  $39989775 - 11443895 \leq y \text{ прогноз} \leq 39989775 + 11443895$  ;  
 $28545880 \leq y \text{ прогноз} \leq 51433670$ .
- 3 квартал 2017 р.:  $41903894 - 11443895 \leq y \text{ прогноз} \leq 41903894 + 11443895$  ;  
 $30459999 \leq y \text{ прогноз} \leq 53347789$ .
- 4 квартал 2017 р.:  $43818013 - 11443895 \leq y \text{ прогноз} \leq 43818013 + 11443895$  ;



$$32374118 \leq y \text{ прогноз} \leq 55261908.$$

2017 р.:  $118011758 \leq y \text{ прогноз} \leq 209562918.$

Таким чином, з імовірністю 95% можна припустити, що сума залучених коштів в 2017 р. буде становити не менше 118011758 тис. грн, але не більше 209562918 тис. грн, що відповідно більше, ніж сума залучених коштів в 2016 р. при верхній межі – на 63976680 тис. грн, однак менше, ніж сума залучених коштів в 2016 р. при нижній межі – на 27574480 тис. грн.

Наведені розрахунки варто розглядати не як завершену стадію прогнозування, а лише як попередній етап у розробці прогнозу. Для складання прогнозу має бути залучена додаткова інформація, що не була застосована в динамічному ряді.

Аналогічним чином можна спрогнозувати й майбутні кошти за кредитними операціями. Для цього необхідно побудувати рівняння залежності наданих кредитів від залучених коштів. Таку залежність можна побудувати на підставі методів економіко-математичного моделювання. Метод економіко-математичного моделювання дозволяє визначити кількісне вираження взаємозв'язків між фінансовими показниками й факторами, що впливають на їхню величину. Даний взаємозв'язок виражається через економіко-математичну модель, яка являє собою точний опис економічних процесів за допомогою математичних символів і прийомів (рівнянь, нерівностей, графіків, таблиць тощо). У модель включаються тільки основні (визначальні) фактори. Вона може базуватися на функціональному або кореляційному зв'язку. Функціональний зв'язок виражається рівнянням виду [7]:

$$y = F(x), \tag{10}$$

де  $y$  – відповідний показник;

$F(x)$  – функціональний зв'язок виходячи з показника « $x$ ».

Кореляційний зв'язок – це імовірнісна залежність, яка проявляється тільки в загальному виді й при великій кількості спостережень. Даний зв'язок виражається рівняннями регресії різного виду. При використанні моделей планування пріоритетне значення має визначення періоду дослідження. Він повинен вибиратися з урахуванням однорідності виданих даних.

Варто мати на увазі, що невеликий період дослідження (квартал) не дозволяє виявити загальні закономірності. Але не можна брати й занадто великий період, тому що будь-які економічні закономірності нестабільні й можуть змінюватися протягом тривалого часу. На практиці доцільно використати для перспективного планування річні фінансові показники за минулі 3-5 років, а для поточного (річного) планування – кварталні дані за 1-2 роки. Економіко-математичне моделювання дозволяє перейти від середніх величин до різноманітних розрахунків фінансових показників (включаючи прибуток). Побудова економіко-математичної моделі фінансового показника складається з декількох етапів: вивчення динаміки фінансового показника за певний час (рік) і виявлення факторів, що впливають на цю динаміку; розрахунок моделі функціональної залежності фінансового показника від визначальних факторів (наприклад, суми кредитів від суми залучених коштів); розробка різних варіантів прогнозу фінансового показника; аналіз і експертна оцінка можливої динаміки фінансового показника в майбутньому; вибір оптимального варіанту (тобто ухвалення планового рішення).

Проведемо розрахунок залежності суми кредитів банку від суми залучених ним коштів.

Таблиця 3

**Розрахунок залежності суми наданих кредитів від суми залучених коштів**

Квартал (рік)	Залучені кошти ( $x$ ), тис. грн	Кредити ( $y$ ), тис. грн	$xy$	$x^2$
1	10853622	16560024	179736240806928	117801110518884
2	12063854	17585541	212149399135014	145536573333316
3	16452204	17434968	286843650269472	270675016457616
4	16896233	18655782	315212439469206	285482689590289
5	25892203	16922539	438161815063417	670406176193209
6	27705598	16887520	467878840336960	767600160537604
7	20815428	15762516	328103516896848	433282042823184
8	19856497	15889614	315512072722158	394280473111009
9	49066897	17000963	834184500421811	2407560381208610
10	43980014	17275027	759755929310378	1934241631440200
11	29086951	16008214	465630136215514	846050718476401
12	23452376	15662380	367320024814880	550013940045376
Усього	296121877	201645088	4970488565462590	8822930913735690

Розв'язання економіко-математичної моделі полягає в знаходженні параметрів  $a_0$  і  $a_1$ . Вони визначаються методом найменших квадратів.

$$\sum y = a_0 * n + a_1 * \sum x. \tag{11}$$

$$\sum yx = a_0 * \sum x + a_1 * \sum x^2. \tag{12}$$

За даними табл. 3 система нормативних рівнянь для знаходження параметрів  $a_0$  і  $a_1$  має вигляд:

$$\begin{aligned} 201645088 &= a_0 * 12 + a_1 * 296121877; \\ 4970488565462590 &= a_0 * 296121877 + \\ &+ a_1 * 8822930913735690. \end{aligned}$$

Визначається параметр  $a_0$  з першого рівняння:

$$a_0 = \frac{201645088 - a_1 * 296121877}{12}$$

і підставляється в друге рівняння:

$$4970488565462590 = 296121877 * \\ * \frac{201645088 - a_1 * 296121877}{12} + a_1 * 8822930913735690;$$

тоді:  $a_1 = \frac{5471596736595}{1515583743902100} = 0,036;$

$$a_0 = \frac{201645088 + 0,036 * 296121877}{12} = 17692123.$$

Таким чином, модель має вигляд:

$$y(x) = 17692123 + 0,036 * x, \quad (13)$$

- 1 квартал 2017 року:  $17692123 + 0,036 * 26631761 \leq y \text{ прогноз} \leq 17692123 + 0,036 * 49519551;$   
 $18650866 \leq y \text{ прогноз} \leq 19474827.$
- 2 квартал 2017 року:  $17692123 + 0,036 * 28545880 \leq y \text{ прогноз} \leq 17692123 + 0,036 * 51433670;$   
 $18719775 \leq y \text{ прогноз} \leq 19543735.$
- 3 квартал 2017 року:  $17692123 + 0,036 * 30459999 \leq y \text{ прогноз} \leq 17692123 + 0,036 * 53347789;$   
 $18788683 \leq y \text{ прогноз} \leq 19612643.$
- 4 квартал 2017 року:  $17692123 + 0,036 * 32374118 \leq y \text{ прогноз} \leq 17692123 + 0,036 * 55261908;$   
 $18857591 \leq y \text{ прогноз} \leq 19681552.$
- 2017 рік всього:  $75016915 \leq y \text{ прогноз} \leq 78312757.$

де параметр  $a_1 = 0,036$  свідчить, що при зростанні залучених коштів на 1 грн, сума кредитів збільшується на 0,036 грн. Параметр  $a_0 = 17692123$  тис. грн відображає середню суму кредитів, яка визначається дією інших факторів, крім залучених коштів – відсотками за кредит, строком надання та ін.

Знаючи прогнозовану суму залучених коштів, можна на підставі рівняння, виведеного в формулі (13) визначити, якою буде прогнозована сума наданих кредитів за той же період.

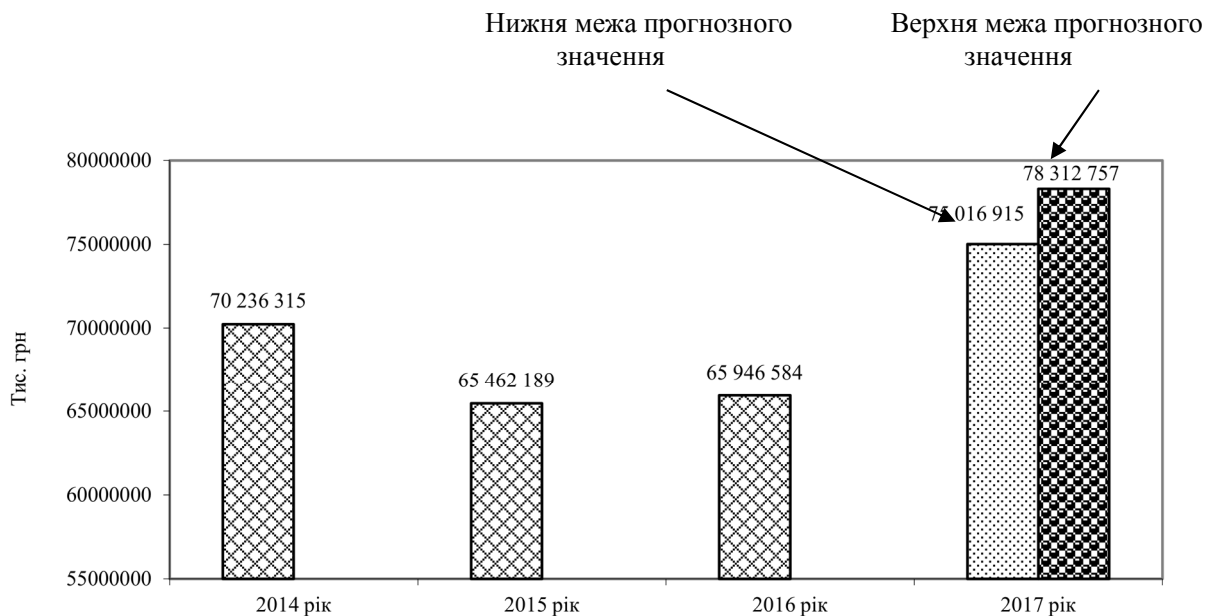


Рис. 2. Надані кредити за період 2014-2016 рр. та прогнозне значення на 2017 р.

Таким чином, можна очікувати, що сума наданих кредитів у 2017 р. становитиме не менше 75016915 тис. грн, але не більше 78312757 тис. грн, що більше, ніж сума кредитів в 2016 р. на 9070331 тис. грн (75016915 тис. грн – 65946584 тис. грн) – за нижньою межею та на 12366173 тис. грн (78312757 тис. грн – 65946584 тис. грн) – за верхньою межею.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** За допомогою методів економіко-математичного прогнозування було визначено суму залучених коштів і кредитів, які банк за прогнозом може одержати в 2017 р. Прогнозована сума залучених коштів в 2017 р. складе 163787339 тис. грн, що на 18201101 тис. грн більше, ніж в 2016 р. Значення  $\bar{y}_i$ , що отримане в результаті екстраполяції, використовують для визначення прогнозного значення на майбутнє. З імовірністю 95% можна очікувати, що сума залучених коштів в 2017 р. становитиме не

менше 118011758 тис. грн, але не більше 209562918 тис. грн, а це більше, ніж сума залучених коштів в 2016 р. при верхній межі – на 63976680 тис. грн, однак менше, ніж сума залучених коштів в 2016 р. при нижній межі – на 27574480 тис. грн. Аналогічним чином було проведено прогнозування майбутніх коштів за кредитними операціями. Для цього було побудовано рівняння залежності кредитів від залучених коштів. Можна очікувати, що сума наданих кредитів в 2017 р. становитиме не менше 75016915 тис. грн, але не більше 78312757 тис. грн, що перевищує суму кредитів в 2016 р. на 9070331 тис. грн – за нижньою межею та на 12366173 тис. грн – за верхньою межею.

Підводячи підсумок, слід зазначити, що застосування економіко-математичних методів і моделей, моделювання та прогнозування кредитних і залучених коштів банку достатньо складний процес,

але він дозволяє знайти оптимальні варіанти подальшого розвитку й планування банківської діяльності та є перспективним напрямом передбачення тенденцій розвитку не тільки окремого банку, а й банківського сектору в цілому.

#### Література

1. Стадник Ю. А. Економіко-математичне моделювання формування основних показників діяльності банківських установ: дис. ... канд. екон. наук: спец. 08.03.02 / Ю. А. Стадник. – Львів, 2004. – 20 с.
2. Логунова В. А. Исследование методов экономико-математического моделирования в прогнозировании деятельности кредитной организации [Электронный ресурс] / В. А. Логунова. – Режим доступа: <http://www.rae.ru/forum2010/9/25>.
3. Медведєв М. Г. Економіко-математичне моделювання та прогнозування прибутку комерційного банку / М. Г. Медведєв // Інтеллект ХХІ. – 2014. – № 5. – С. 68-77.
4. Золотова Е. А. Планирование финансовых показателей деятельности филиала коммерческого банка на основе линейных регрессионных моделей / Е. А. Золотова // Финансы и кредит. – 2007. – № 7. – С. 7–11.
5. Кузьмичов А. І. Економетрія / А. І. Кузьмичов, М. Г. Медведєв. – Київ: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 214 с.
6. Лернер Ю. І. Послідовність оцінки вартості бізнесу для банківської структури на основі дохідного підходу / Ю. І. Лернер // Економічний вісник Донбасу. – 2016. – № 1 (43). – С. 83 – 96.
7. Ефимова М. Р. Общая теория статистики / М. Р. Ефимова. – Москва: ИНФРА-М, 1996. – С. 305-310.

#### Борисова С. Є., Балашова О. В. Економіко-математичне моделювання та прогнозування обсягів кредитних і залучених коштів банківської установи

В усьому світі застосування економіко-математичних методів для розв'язання фінансових проблем набуло широкого розповсюдження, тому вони є важливим інструментом в управлінні діяльністю банку. Застосування економіко-математичних методів і моделей, моделювання та прогнозування кредитних і залучених коштів банку – достатньо складний процес, але він дозволяє знайти оптимальні варіанти подальшого розвитку й планування банківської діяльності та є перспективним напрямом передбачення тенденцій розвитку не тільки окремого банку, а й банківського сектору в цілому. За допомогою методів економіко-математичного прогнозування було визначено суму залучених коштів, яку банк за прогнозом може одержати в 2017 р. Аналогічним чином було проведено прогнозування майбутніх коштів за кредитними операціями. Для цього було побудовано рівняння залежності кредитів від залучених коштів.

*Ключові слова:* банківський сектор, економіко-математичне моделювання, кредитні ресурси банку,

залучені ресурси банку, екстраполяція, прогнозування, кореляційна залежність.

#### Борисова С. Е., Балашова Е. В. Экономико-математическое моделирование и прогнозирование объемов кредитных и привлеченных средств банковского учреждения

Во всем мире использование экономико-математических методов для решения финансовых проблем приобрело широкое распространение, поэтому они являются важным инструментом в управлении деятельностью банка. Применение экономико-математических методов и моделей, моделирование и прогнозирование кредитных и привлеченных средств банка – достаточно сложный процесс, но он позволяет найти оптимальные варианты дальнейшего развития и планирования банковской деятельности, является перспективным направлением предвидения тенденций развития не только отдельного банка, а и банковского сектора в целом. С помощью методов экономико-математического прогнозирования была определена сумма привлеченных средств, которую банк по прогнозу может получить в 2017 г. Аналогичным образом было проведено прогнозирование будущих средств по кредитным операциям. Для этого было построено уравнение зависимости кредитов от привлеченных средств.

*Ключевые слова:* банковский сектор, экономико-математическое моделирование, кредитные ресурсы банка, привлеченные ресурсы банка, экстраполяция, прогнозирование, корреляционная зависимость.

#### Borysova S., Balashova E. Economic-mathematical modeling and forecasting the volumes of credit and borrowed funds banking institutions

Worldwide the use of mathematical techniques to solve financial problems became widely publicized, so it is an important tool in the management of the Bank. The use of economic-mathematical methods and models, modeling and forecasting of credit and borrowed funds the Bank is a fairly complex process, but it allows you to find the best options for further development and planning of banking activity, is a promising way of foreseeing trends in the development not only of individual banks but the banking sector as a whole. Using methods of economic-mathematical forecasting was determined by the amount of borrowed funds that the Bank can obtain to 2017 according to forecast. Similarly, funds for credit operations were predicted. This equation was built based on loans from borrowed funds.

*Keywords:* banking, economic-mathematical modeling, the credit resources of the Bank attracted resources of the Bank, extrapolation, prediction and correlation.

Стаття надійшла до редакції 03.08.2017  
Прийнято до друку 12.09.2017