

УДК 519.85

Медведєв М. Г.,

д.техн.н., професор кафедри вищої математики,

Ніколаєва О. А.,

*к. фіз.-мат. н., доцент кафедри вищої математики,**Національний університет харчових технологій, м. Київ*

Фоменко К. А.,

*аспірант, кафедра банківської справи,**Донецький державний університет управління, м. Донецьк*

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПРИБУТКУ КОМЕРЦІЙНОГО БАНКУ

У статті запропоновано механізм прогнозування прибутку та витрат комерційного банку. Побудовано залежність прибутку комерційного банку від розміру працюючих та непрацюючих активів, коштів юридичних та фізичних осіб, яка задається рівнянням множинної регресії. Здійснено аналіз адекватності побудованої моделі за допомогою F-Фішера. Виходячи з рівняння множинної регресії та моделюючи значення факторів в залежності від часу, можна передбачити значення прибутку, отже, управляти аналізованим показником. Моделювання факторів здійснюється на основі побудованих рівнянь лінійних та нелінійних трендів для кожного з факторів. У кожному з випадків здійснено вибір найбільш доцільного рівняння. Побудовано економетричну модель доходу від часу, за допомогою якої запропоновано здійснювати прогнозування доходу банку. На основі побудованих економетричних моделей доходу та прибутку можна проводити постатейне прогнозування доходів та витрат.

Ключові слова: Регресійна модель, прибуток банку, прогнозування, фінансова звітність, масив даних.

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИБЫЛИ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА

Медведев Н.Г., Николаева О.А., Фоменко Е.А.

В статье предложено механизм прогнозирования прибыли и затрат коммерческого банка на основании поквартальной и ежегодной отчетности.

Построено зависимость прибыли банка от величины работающих и неработающих активов, средств юридических и физических лиц, которая задается уравнением множественной регрессии. Осуществлен анализ адекватности построенной модели с помощью F-Фишера. Исходя из уравнения множественной регрессии и моделируя значения факторов в зависимости от времени, можно предсказать значение прибыли, следовательно, управлять рассматриваемым показателем. Моделирование факторов осуществляется на основании построенных уравнений линейных и нелинейных трендов для каждого из факторов. В каждом из случаев осуществлен выбор наиболее целесообразного уравнения. Построена эконометрическая модель дохода от времени, с помощью которой предложено осуществлять прогнозирование дохода банка.

На основани построенных эконометрических моделей дохода и прибыли можно проводить поштатейное прогнозирование доходов и расходов.

Ключевые слова: Регрессионная модель, прибыль банка, прогнозирование, финансовая отчетность, массив данных.

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING AND PREDICTING INCOME OF COMMERCIAL BANK

Medvedev M., Nikolaeva O., Fomenko K.

The paper provides the mechanism for income and costs prediction of a commercial bank based on quarterly and annual reports. The research examines the relationship between bank's income and value of performing and non-performing assets. The relationship is determined by multiple linear regression equation. The analysis of the resulting model adequacy is performed using F-test. Based on the multiple linear regression equation and the results of modeling the factors' values by specifying the model time, it is possible to predict the income value and therefore manage it. The factors modeling is based on linear and nonlinear trend equations made for each of the factors. In each case the most appropriate equation was selected. An econometric model of income and time was formulated which is suggested to use for bank income prediction. The output of the econometric models of income and profit can be used to perform clause-by-clause prediction of income and costs.

Key words: regression model, bank income, prediction, financial reports, data array.

Постановка проблеми. Циклічність у розвитку економічних систем зобов'язує менеджмент банків адекватно реагувати на зміни економічної кон'юнктури для забезпечення стійкості кожної банківської установи окремо і банківської системи в цілому. Швидкість реакції на зміни визначає успіх в управлінні, а математичні моделі банку є основним елементом систем підтримки прийняття рішень, оскільки мають найменшу серед інших типів моделей матеріаломісткість, дозволяють підготувати і провести численні експерименти швидко і без соціального ризику.

Банк являє собою складний об'єкт моделювання, який вимагає комплексного підходу. У 1972 р. Мерфі писав, що важко створити інтегровану теорію банківської фірми, яка одночасно охоплювала б управління ліквідністю, вибір портфеля активів, політику ціноутворення і фізичний процес виробництва [1]. Модель банку (інформаційний образ реального об'єкта відтворюючого, «даний об'єкт (систему) з певним ступенем точності і у формі, відмінній від форми самого об'єкта (системи)» [2]), буде адекватна в разі охоплення основних його функцій. Сучасні теорії банківської фірми базуються на основних положеннях теорії банківської справи, ринкової рівноваги, теорії оптимізації, методології побудови імітаційних систем.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сучасні математичні методи і моделі спираються на апарат прикладної математики, добре розроблені методи математичного програмування, теорію прийняття рішень. Ця теорія дозволяє аналізувати можливі способи дії в цілях знаходження банківських стратегій, що забезпечують оптимальні результати управління діяльністю кредитної організації. До таких методів відноситься побудова

моделей, що описують кореляційно-регресійні залежності результату діяльності від незалежних факторів [3].

Проблеми моделювання складних соціально-економічних систем розглянуто у роботах зарубіжних та вітчизняних авторів Дж.Х. Мура, Ларрі Д., С.Ю. Буевича, О.Г. Корольова, С.О. Гуткевич та ін.

Мета статті. Побудова багатофакторної моделі рівняння залежності прибутку комерційного банку залежно від структури його активів та пасивів за даними щоквартальної та щорічної звітності.

Основні результати дослідження. Завдання визначення міри впливу факторів на кінцевий результат – прибуток комерційного банку – може бути вирішена за допомогою багатофакторних кореляційно-регресійних моделей. Відомо, що кореляційно-регресійний аналіз дає можливість кількісно виразити вплив відібраних факторів на результативний показник. Крім того, якщо відомо рівняння множинної регресії та певні значення факторів, то можна передбачити значення функції і, отже, управляти аналізованим показником. Більш того, ці моделі дозволяють оцінити роботу банків з точки зору їх фінансових можливостей [4].

За даними щоквартальної та щорічної звітності комерційного банку (у тис.грн.), до якої входить звіт про фінансовий стан та звіт про прибутки та збитки й інший сукупний дохід, що стали вихідними даними, був проведений багатофакторний аналіз прибутковості цього комерційного банку у останні шість років. Для побудови більш чітких функціональних залежностей були використанні щоквартальні значення звітності.

Для відбору найбільш значимих факторних ознак була побудована матриця парних коефіцієнтів кореляції [6]. Цей аналіз показав стійку залежність між такими факторами як працюючі та непрацюючі активи, кошти фізичних та юридичних осіб, які було обрано для побудови регресійної моделі (табл. 1).

У процесі аналізу були побудовані різноманітні типи регресійних моделей, які описують залежність обраних факторів. Найкращий результат показала лінійна модель, у якій коефіцієнт детермінації, склав 0,89, що свідчить про суттєвий вплив факторних значень на формування прибутку.

Рівняння множинної лінійної регресії має вид:

$$\bar{Y}_{1,2,3,4} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4, \quad (1)$$

де a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 – параметри моделі (коефіцієнти регресії), $\bar{Y}_{1,2,3,4}$ – розмір прибутку, x_1 – працюючі активи, x_2 – непрацюючі активи, x_3 – кошти юридичних осіб, x_4 – кошти фізичних осіб.

Використовуючи масив даних із фінансової звітності протягом досліджуваного періоду, який наведений у таблиці 1, були знайдені параметри $a_i, i = \overline{0,4}$ та побудована регресійна залежність прибутку від обраних факторів:

$$\bar{Y}_{1,2,3,4} = -2909,53 - 0,004x_1 - 0,103x_2 + 0,021x_3 + 0,009x_4.$$

Перевірка адекватності всієї моделі здійснювалася з використанням F -критерію Фішера, значущості коефіцієнтів регресії за допомогою t -критерію Стюдента. Результати перевірки показали, що параметри рівняння є статистично значущими.

Таблиця 1. Масив даних для побудови множинної регресії

	Y	x_1	x_2	x_3	x_4
2008/1	874	605000,52	43482,48	305855	237197
2008/2	1635	817444,61	44213,39	487785	256180
2008/3	4183	1018277,44	44498,56	532154	285231
2008/4	8222	1301572,80	44714,20	764466	339226
2009/1	2112	1240169,90	47915,10	763812	270726
2009/2	2391	1273302,23	49208,77	698290	293167
2009/3	1998	1312634,64	53434,36	766468	315982
2009/4	3194	1440560,95	82066,05	546670	307312
2010/1	912	1536330,12	82420,88	567919	371108
2010/2	1765	1749303,94	85124,06	761395	478235
2010/3	2661	2055655,80	96668,20	984776	705058
2010/4	4106	2329464,34	104436,66	1161141	875140
2011/1	5129	2338074,01	107204,99	1051478	966250
2011/2	9376	2530596,96	108251,04	1062948	1083285
2011/3	15956	2907090,04	106573,96	1429159	1127710
2011/4	20965	3013739,04	108574,96	1510608	1111382
2012/1	28497	3522683,00	108920,00	1809963	1172134
2012/2	13564	3777310,00	108094,00	1799477	1302097
2012/3	19656	4266794,00	116041,00	1997844	1460152
2012/4	25651	4402506,00	113628,00	2031323	1573672
2013/1	37103	4506371,00	113221,00	2072248	1814570
2013/2	20932	4761139,00	113678,00	2035927	1857189
2013/3	31163	5242666,00	114528,00	2352831	2015363
2013/4	41885	5663161,00	107801,00	2705693	2010397

Планування починається з прогнозу структури активів та пасивів звіту про фінансовий стан.

Прогноз показника звіту про фінансовий стан «Працюючі активи». Змінна x_1 з часом має тенденцію зростання. Аналіз даних показав, що при побудові лінії тренда можна використовувати лінійну або експонентну функцію. Параметри функції визначаються за допомогою методу найменших квадратів. Як критерій оцінки якості моделі використовується коефіцієнт детермінації R^2 . Графічне відображення ліній тренда, а також функцій і коефіцієнтів детермінації представлені на рис.1. та рис.2. Експонентна функція $x_1 = 736284e^{0,0883t}$ забезпечує більш високе значення коефіцієнта детермінації, ніж лінійна модель. Прогнозне значення змінної x_1 знайдемо з рівняння $x_1 = 736284e^{0,0883t}$ при $t = 25$, одержимо $x_1 = 6694998$.

Прогноз показника звіту про фінансовий стан «Непрацюючі активи». Змінна x_2 також з часом має тенденцію зростання. Залежність величини непрацюючих активів описується рівнянням лінійної регресії $x_2 = 3678,4t + 41716$, яке забезпечує значення коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,836$ (рис. 3). Прогнозне значення змінної x_2 знайдемо з рівняння $x_2 = 3678,4t + 41716$ при $t = 25$, одержимо $x_2 = 133676$.

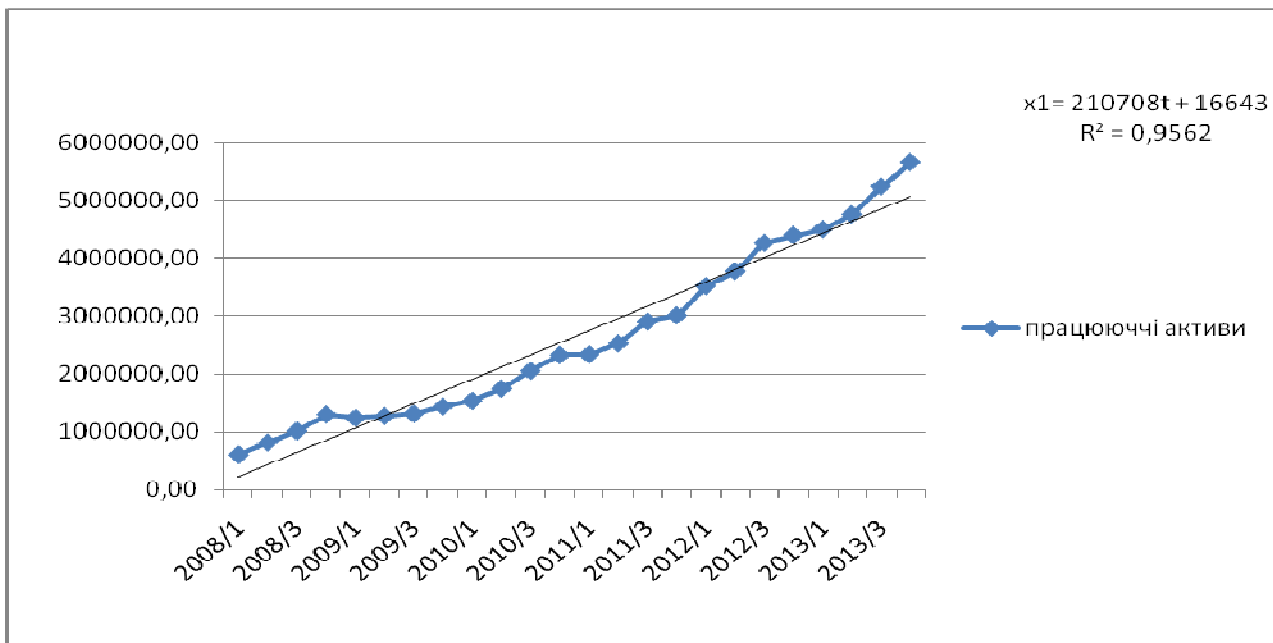


Рис. 1. Залежність розміру працюючих активів від часу (лінійна лінія тренду)

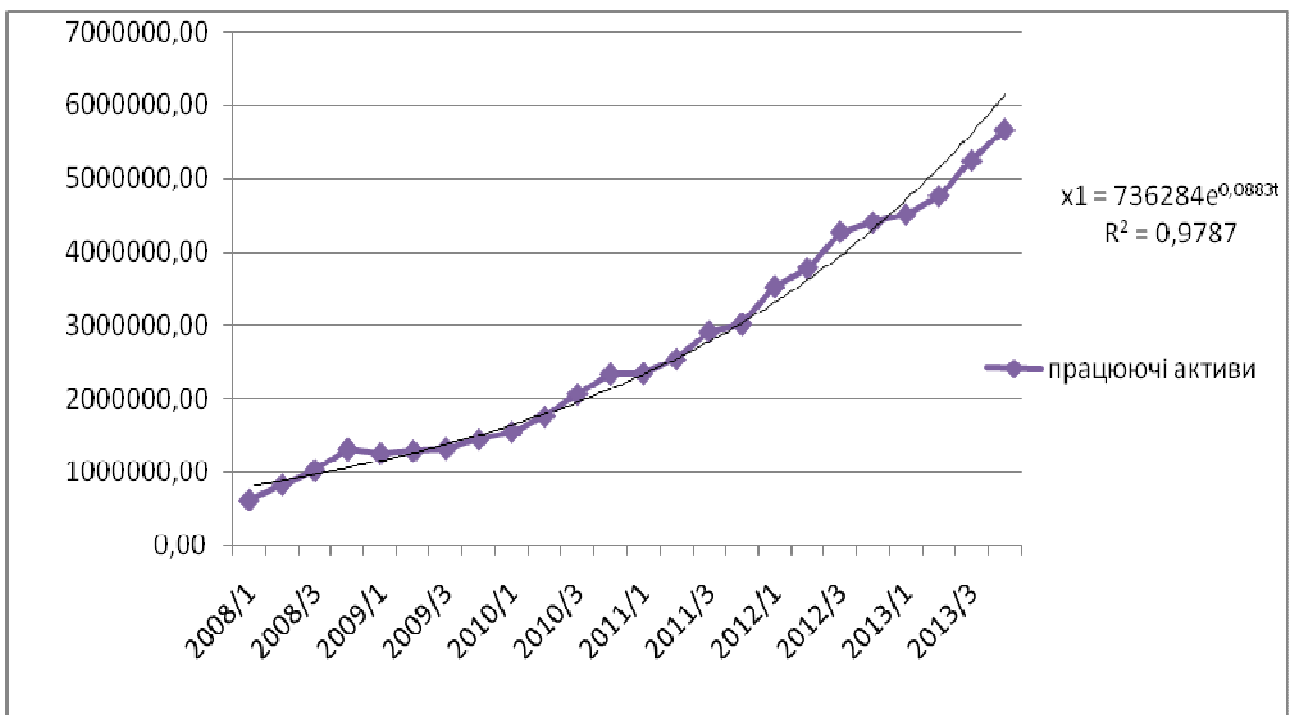


Рис. 2. Залежність розміру працюючих активів від часу (експонентна лінія тренду)

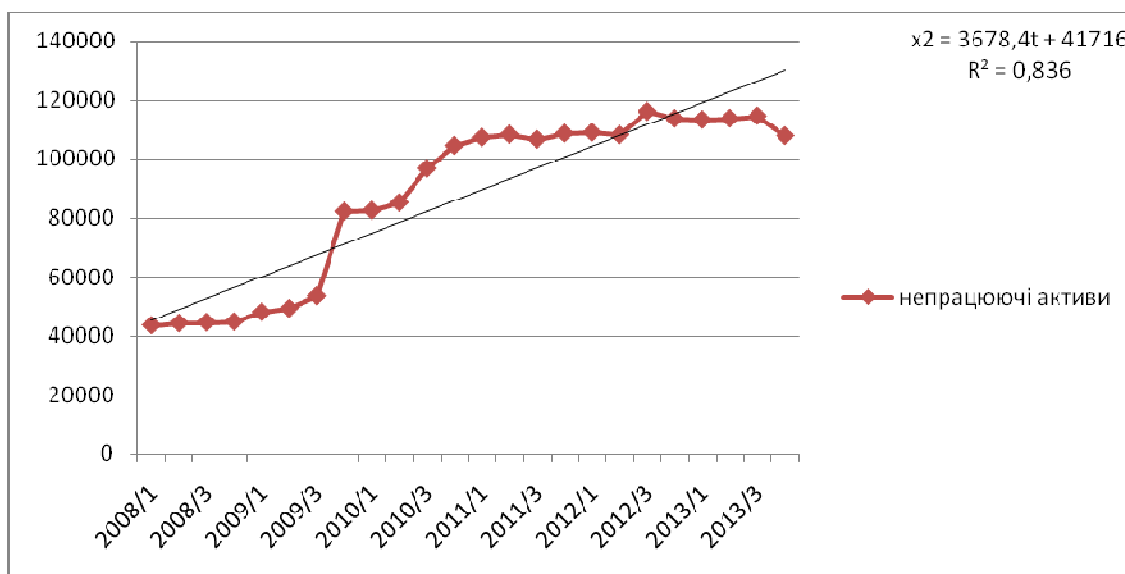


Рис. 3. Залежність розміру непрацюючих активів від часу

Прогноз показника звіту про фінансовий стан «Кошти юридичних осіб». Змінна x_3 також з часом має тенденцію зростання. Залежність розміру коштів юридичних осіб приблизно однаково описуються експонентним (рис. 4, $R^2 = 0,916$) та лінійним (рис. 5, $R^2 = 0,915$) рівняннями. Прогнозне значення змінної x_3 знайдемо з рівняння $x_3 = 395127e^{0,0801t}$ при $t = 25$, одержимо $x_3 = 2926924$.

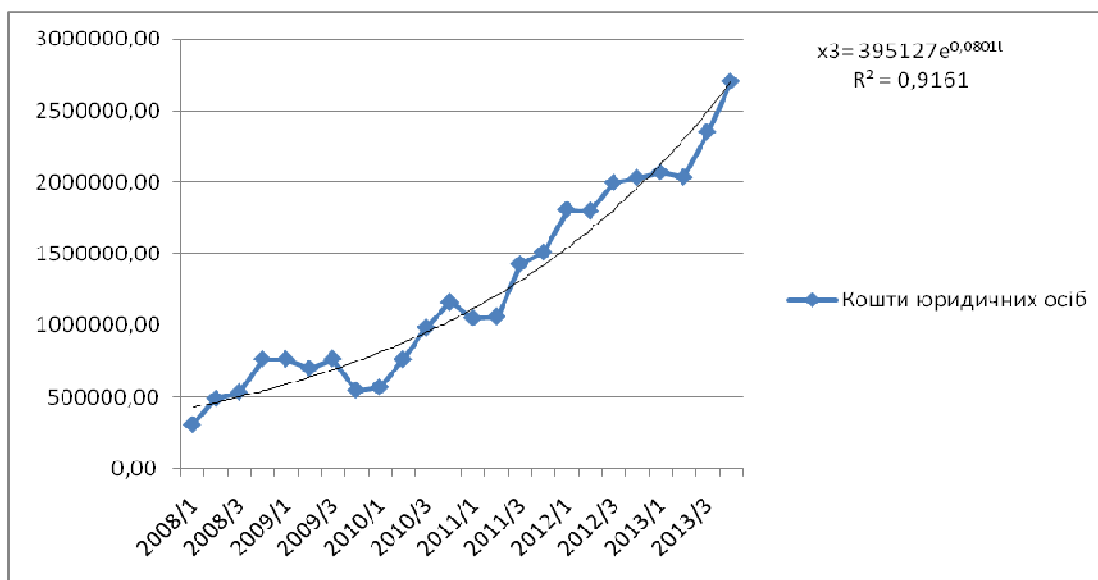


Рис. 4. Залежність розміру коштів юридичних осіб від часу
 (експонентна лінія тренду)

Прогноз показника звіту про фінансовий стан «Кошти фізичних осіб». Змінна x_4 , як і інші змінні, має тенденцію зростання. Аналіз даних показав, що при побудові лінії тренда можна використовувати лінійну або експонентну функцію. Коефіцієнт детермінації у

експонентної функції (рис. 7) не набагато вищий ніж у лінійної моделі (рис. 6), тому для прогнозування величини коштів фізичних осіб може використовуватися як експонентну функцію, так і лінійна. Прогнозне значення змінної x_4 знайдемо з рівняння $x_4 = 188815e^{0,1064t}$ при $t = 25$, одержимо $x_3 = 2699354$.

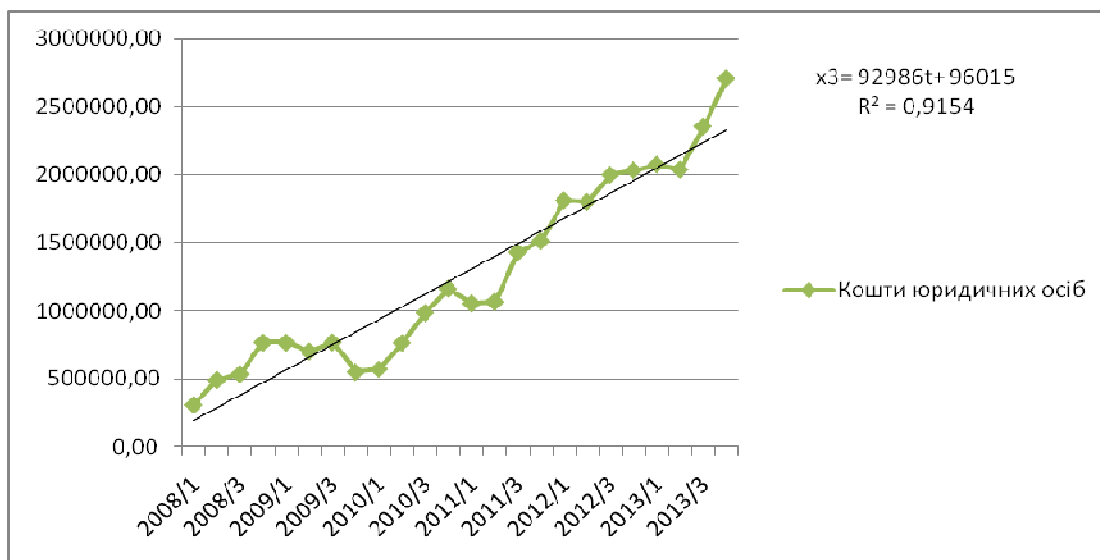


Рис. 5. Залежність розміру коштів юридичних осіб від часу (лінійна лінія тренду)

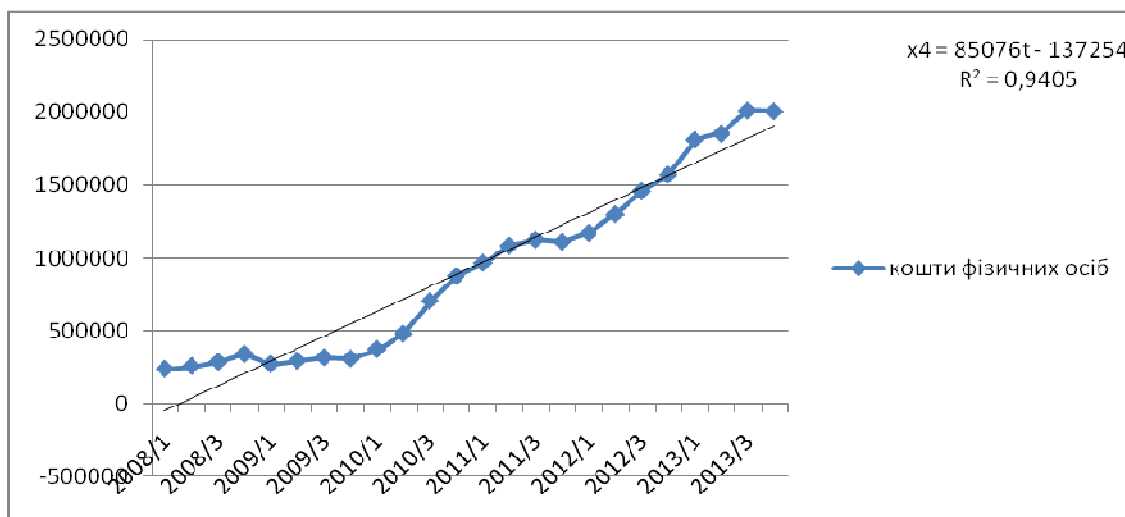


Рис. 6. Залежність розміру коштів фізичних осіб від часу (лінійна лінія тренду)

Отже у процесі дослідження були отримані моделі для прогнозування факторів, які використовуються при плануванні величини прибутку.

Прогноз прибутку банку. Побудована регресійна залежність прибутку від обраних факторів має вигляд:

$$\bar{Y}_{1,2,3,4} = -2909,53 - 0,004x_1 - 0,103x_2 + 0,021x_3 + 0,009x_4.$$

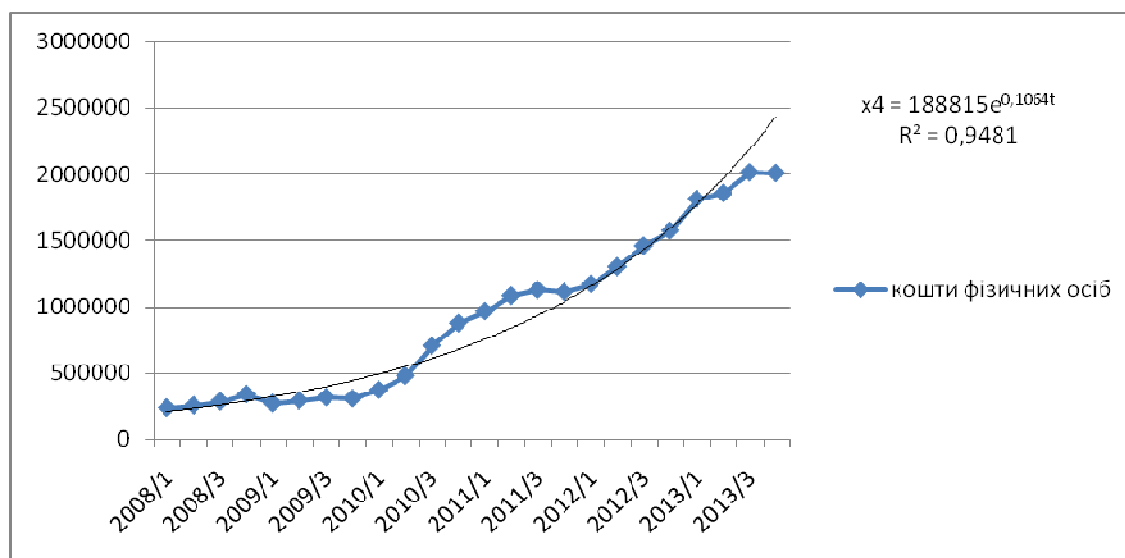


Рис. 7. Залежність розміру коштів фізичних осіб від часу (експонентна лінія тренду)

Використовуючи знайдені значення факторів, одержимо прогнозне значення прибутку на наступний період: $\bar{Y}_{прог} = 43628,78$

Прогноз значення доходу. Маємо наступні дані для побудови залежності доходу від часу:

Таблиця 2

2008/1	2008/2	2008/3	2008/4	2009/1	2009/2	2009/3	2009/4	2010/1	2010/2
13070	29587	53669	87216	77596	67889	73158	75892	79961	93987
2010/3	2010/4	2011/1	2011/2	2011/3	2011/4	2012/1	2012/2	2012/3	2012/4
55530	163187	111255	119789	124044	123749	133875	154824	163129	160349
2013/1	2013/2	2013/3	2013/4						
160349	170255	188222	192689						

За даними таблиці 2 побудовано лінійне рівняння залежності доходу від часу: $y = 6703,6x + 27592$, де x – фактор часу, y – дохід (рис.8). Прогнозне значення доходу знайдемо з рівняння $y = 6703,6x + 27592$ при $t = 25$, одержимо $y_{прог} = 195182$.

Витрати знаходимо як різницю між доходом та прибутком. В результаті отримуємо ті витрати, які банк «може собі дозволити» з урахуванням можливого зростання доходів і планованого прибутку. Прогнозні значення доходу, витрати і прибутки переносяться в прогнозний звіт про прибутки і збитки і починається постатейне визначення доходів і витрат. Потім можна проводити розподіл прогнозних значень доходу та витрат по статтям.

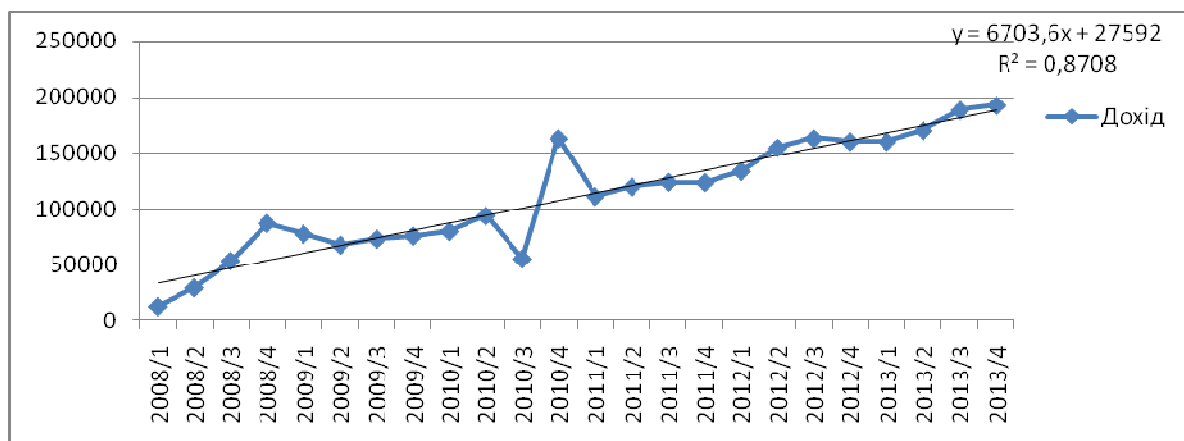


Рис. 8. Фактичні та оціночні значення доходу

Таким чином, був розроблений механізм прогнозування всіх статей звіту про фінансовий стан і звіту про прибутки і збитки та інший сукупний дохід комерційного банку.

Ефективність розробленої моделі можна простежити за допомогою порівняльного аналізу прогнозних показників і фактичних за перший квартал 2014 року (табл. 3).

Таблиця 3. Порівняльна характеристика прогнозних та фактичних показників, тис. грн.

Найменування показника	Фактичне значення	Прогнозне значення	Якість оцінки (%)
Працюючі активи	4879596,4	66694998	72,88%
Непрацюючі активи	99583,6	133676	74,50%
Кошти фізичних осіб	1467142	2926924	50,13%
Кошти юридичних осіб	2416514	2693954	89,70%
Прибуток	58314	43628	133,66%

Висновки. Найкращий прогноз знайдено для параметра «Кошти юридичних осіб», найгірший прогноз – для параметра «Кошти фізичних осіб», що пов'язано з неврахованим в моделі економіко-політичним фактором, наслідком якого був масовий відтік депозитів фізичних осіб. Але незважаючи на негативні наслідки, банк отримав квартальний прибуток у розмірі 58314 тис. грн., що на 14686 тис. більше ніж прогнозований. Виходячи з результатів аналізу можна зробити висновок, що за допомогою розробленої моделі можна з високою імовірністю прогнозувати прибуток майбутніх періодів та приблизне значення всіх статей звіту про фінансовий стан і звіту про прибутки і збитки та інший сукупний дохід для комерційного банку, що дає безумовні переваги у стратегічному плануванні.

Підводячи підсумок проведеного аналізу, слід зазначити, що застосування математичних методів і моделей дозволяє знайти найкращі варіанти рішень задач комерційної діяльності і є перспективними напрямком банківського планування.

1. *Murphy Neil B. Costs of Banking Activities: Interactions Between Risk and Operating Costs: A comment / Neil B. Murphy // Journal of Money, Credit and Banking. – 1972. – № 8. – P. 614–615.*

2. Бажин И.И. Информационные системы менеджмента / И.И. Бажин. – М.: ГУ-ВШЭ, 2000. — 688 с.
3. Бувеч С.Ю. Анализ финансовых результатов банковской деятельности / С.Ю. Бувеч, О.Г. Королев. – М.: Крокус, 2005. – 160 с.
4. Модель розвитку галузей економіки України : [монографія] / за ред. С.О. Гуткевич. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 472 с.
5. 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.
6. Кузьмичов. А.І. Економетрія / Кузьмичов. А.І., Медведєв М.Г. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 214 с.
7. Экономическое моделирование в Microsoft Excel : [уч. пос.] / [Дж. Мур, Л. Уэдерфорд и др.]; [пер. с англ.]. – М.: ИД «Вильямс», 2004. – 1024 с.