

УДК 311.16:338.24.01

DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/156-26>

Лопатка К. А.

аспірант,

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0888-1012>

Lopatka Kseniia

Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ЯК МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕКОНОМІЧНУ БЕЗПЕКУ ПІДПРИЄМСТВА

У статті проаналізовано актуальність та ефективність використання методів математичного моделювання в сучасній економіці. Адже окреме підприємство є складною динамічною системою з різноманітними і рухливими зв'язками між різними об'єктами. Зазначено, що без застосування точних методів встановити ефективні, оптимальні режими функціонування системи не вдається. Автором визначено, що більш ефективними для оцінки рівня економічної безпеки є методи кореляційно-регресійного аналізу, методи факторного аналізу та головних компонентів, методи порівняльного аналізу. Методологія кореляційно-регресійного аналізу та його основних параметрів дає змогу отримати досить велику аналітичну інформацію. У статті на основі кореляційно-регресійного аналізу здійснюється прогнозування фінансового стану організації та підготовка бази для розроблення рекомендацій з укріплення фінансового стану. Кореляційний і регресійний аналіз дали змогу визначити залежність між факторами та простежити вплив задіяних чинників. Ці показники мають широке застосування в обробці статистичних даних для отримання прогнозних значень прибутку підприємства.

**Ключові слова:** економічна безпека, математичне моделювання, економіка, аналіз, кореляційно-регресійний аналіз, прогноз, метод.

## MATHEMATICAL MODELING AS A METHOD OF THE INVESTIGATION OF FACTORS THAT AFFECTS ON THE ECONOMIC SECURITY OF THE ENTERPRISE

The publication analyzes the relevance and effectiveness of the use of mathematical modeling methods in modern economics. After all, a single enterprise is a complex dynamic system with diverse and mobile connections between different objects. It is noted that without the use of accurate methods to establish effective, optimal modes of operation of the system is not possible. Therefore, mathematical methods are defined by the apparatus that allows to study complex economic systems. The method of modeling helps to avoid mistakes in the implementation of certain proposals aimed at improving the functioning of systems of interest to the researcher. The author determined that the methods of correlation-regression analysis, methods of factor analysis and main components, methods of comparative analysis are more effective for assessing the level of economic security. The methodology of correlation-regression analysis and its main parameters allows to obtain a fairly large analytical information. The article, based on correlation and regression analysis, forecasts the financial condition of the organization and prepares the basis for the development of recommendations for strengthening the financial condition as a tool that ensures the economic security of the enterprise. Correlation and regression analysis allowed to determine the relationship between the factors and to trace the influence of the factors involved. These indicators are widely used in the processing of statistical data to obtain forecast values of enterprise profits. Carrying out the correlation-regression analysis and having made the forecast of reception of the income from realization for the next four years, negative dynamics of this indicator at the expense of annual increase of the sum of administrative expenses of the organization has been revealed. Operating expenses, in contrast to administrative expenses, have a weak negative dynamics, which will have a positive impact on the company's profit, which will still decrease. It is concluded that it is advisable to introduce measures to increase profits and, accordingly, strengthen the economic security of the State Enterprise "Construction Company UKRBUD".

**Keywords:** economic security, mathematical modeling, economics, analysis, correlation-regression analysis, forecast, method.

**JEL classification:** F52, C02, B41.

**Постановка проблеми.** Для ефективного функціонування будь-якого підприємства та для підвищення рівня його економічної безпеки необхідно аналізувати фінансовий стан підприємства і фактори, котрі впливають на нього. Особливо актуальним сьогодні є вивчення математичних методів, на основі яких відбувається побудова теоретичних моделей, котрі дозволяють визначити зв'язки між різноманітними економічними показниками, прогнозувати поведінку суб'єктів економіки та динаміку економічної діяльності. Саме тому сучасною мовою економічної теорії називають математичне моделювання.

Нині забезпечення параметрів економічної безпеки підприємства є гарантом подальшого прибуткового функціонування організації та формує передумови для стійкого розвитку в умовах сьогодення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Із використанням математичних методів в економіці пов'язані наукові доробки таких учених, як: В. Здрок, В. Вітлінський [2], Б. Грабовецький, Б. Буркінський, В. Осипов, О. Замков [7], А. Толстої'ятенко [7], Ю. Черемних [7] досліджують математичні моделі, які використовуються в економіці. А теоретичні та практичні питання моделювання економічних процесів та економічної

безпеки підприємства знайшли відображення в роботах А. Олейнікова, В. Тамбовцева, С. Ілляшенко, Ю. Лисенка, Р. Руденського, С. Покропівного, В. Шликова та ін. Незважаючи на те, що у працях великої кількості вчених висвітлено різноманітні проблеми економічної безпеки, які виявлено шляхом масштабних теоретичних досліджень і створення методичних розробок, необхідно зазначити, що деякі суттєві питання аналізу економічної безпеки підприємства з використанням математичних моделей вимагають подальшого вдосконалення і розвитку.

**Метою роботи** є розгляд основних методів математичного моделювання та здійснення прогнозування фінансового стану підприємства задля забезпечення економічної безпеки підприємства.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Економіко-математичні дослідження стали розвиватися відносно нещодавно. Перша робота, в якій за допомогою математичних методів досліджувалися економічні питання, опублікована в 1838 р. – «Математичні основи теорії багатства» О. Курно. Не можна сказати, що з цього моменту економіко-математичні дослідження почали бурхливо розвиватися. Бо багато вчених зустріли новий напрям із відвертим нерозумінням, більшість із недовірою, і лише окремі ентузіасти вірили у велике майбутнє молодій науці. Треба сказати, це і зрозуміло – тоді ще не дозріли об'єктивні передумови для застосування математичних методів в економіці. Господарство навіть розвинених країн було відносно нескладним, характеризувалося невеликою кількістю зв'язків і простою структурою. Всі відносини між окремими господарськими об'єктами можна було часто побачити «неозброєним оком».

Перша у світі кількісна модель народного господарства була розроблена в XVIII столітті французьким вченим Ф. Кене. Вона увійшла в історію під назвою «Економічна таблиця». З її допомогою автору вдалося синтезувати незліченні індивідуальні акти обміну, виробництва, розподілу в єдину картину, що описує ці процеси вже з економічної позиції. Звичайно ж, дослідження, якому більше 260 років, не може бути бездоганним з погляду на сучасність. Але воно і зараз вражає глибиною і простотою його головної ідеї. Економічні процеси, що відбуваються в межах будь-якої, навіть маленької, держави в сучасних умовах за своєю складністю не можуть йти у порівняння з процесами, що відбуваються в об'єкті дослідження Ф. Кене. З тих часів економічна наука здолала величезний шлях.

К. Маркс одним із перших зрозумів значення математики для економіки і практично використовував її в своєму відомому «Капіталі». Закони суспільного відтворення він відтворив у суворій математичній формі, що дало змогу наочно уявити складні залежності між окремими елементами виробництва, споживання, накопичення. На основі отриманих співвідношень К. Маркс визначив кількісні параметри простого і розширеного капіталістичного відтворення в межах суспільства. К. Маркс мав великі плани щодо використання математики в своїх подальших дослідженнях. У листі Ф. Енгельсу він писав: «Я неодноразово намагався – для аналізу криз – обчислити ці *up and downs* [підвищення та зниження] як неправильні криві і думав (та й тепер ще думаю, що з достатньо перевіреним матеріалом це можливо) математично вивести з

цього головні закони криз» [6]. Із року в рік кількість фахівців у сфері застосування математики в економіці зростає, виникають все нові напрями досліджень.

Окреме підприємство є складною динамічною системою з різноманітними і рухливими зв'язками між різними об'єктами. Вже на цьому рівні не вдається без застосування точних методів встановити ефективні, оптимальні режими функціонування системи. Окремі підсистеми і елементи такої системи взаємодіють між собою, зміни в одній з них ведуть до змін в інших. Апаратом, що дає змогу досліджувати, аналізувати складні економічні системи, є математика.

Є математичні методи, які дають змогу знаходити оптимальні та близькі до них траєкторії поведінки цих систем. За допомогою цих методів можна вирішувати зараз безліч найрізноманітніших завдань: від вибору найкращих способів перевезень вантажів, найбільш раціональних шляхів виробництва продукції, пунктів будівництва нових підприємств до завдань складання оптимальних планів розвитку цілих галузей. Використання економіко-математичних методів пов'язане з розробленням і реалізацією економіко-математичних моделей.

У діяльності людини побудова моделей відіграє велику роль. Взагалі модель і моделювання – дуже широкі поняття. Модель являє собою відображення певної системи, за допомогою якого відтворює її суттєві ознаки. Відобразитися можуть як реальні або абстрактні об'єкти і процеси, так і зв'язки між ними і їхніми властивостями. Моделі можуть бути представлені у вигляді графіків, малюнків, формул тощо. Особливо велике значення моделювання має для вивчення об'єктів або процесів, які недосяжні прямому спостереженню або можливості експериментування над якими обмежені. У цьому сенсі моделювання відіграє основну роль у створенні ефективної організації управління як економікою країни загалом, так і певним підприємством.

Метод моделювання допомагає уникнути помилок під час реалізації тих чи інших пропозицій, спрямованих на вдосконалення функціонування систем, що цікавлять дослідника.

Моделі можуть відрізнятися залежно від ступеня їх відповідності реальним об'єктам. Модель може відтворювати тільки функціональні характеристики процесу або явища, водночас структура та внутрішні процеси об'єкта і моделі абсолютно різняться. У цьому разі говорять, що моделюється «чорний ящик». «Чорний ящик» розкривається, якщо побудована модель поряд із функціями імітує процеси, що протікають усередині об'єкта. Такі моделі називають імітаційними. Імітаційне моделювання має низку недоліків, серед яких – складність сприйняття через математичні складності, труднощі розроблення та існування деякої неточності отриманих результатів. Проте імітаційне моделювання знаходить широке застосування в галузях економіки, пов'язаних з інноваційними технологіями, а також у сфері менеджменту під час прийняття управлінських рішень.

Головне в моделюванні – уникнути ускладнень і спрощень. Для цього в кожному конкретному разі необхідно проводити ретельний і всебічний аналіз процесу моделювання, ступеня відповідності моделі і досліджуваного процесу або явища. Тільки на основі

такого аналізу може бути з'ясована правомірність перенесення отриманих результатів моделювання на об'єкт.

У процесі використання економіко-математичних методів під час аналізу конкретного економічного явища або процесу виділяють умовно п'ять етапів: таких як: постановка завдання; розроблення математичної моделі й отримання на її основі відповідного рішення; перевірка адекватності моделі й аналіз у зв'язку з цим якості рішення; коригування моделі і рішення в разі недостатньої відповідності моделі і реального процесу або явища; реалізація прийнятого рішення.

Найбільш відповідальні етап – перший. Від постановки завдання, від здатності дослідника зрозуміти сутність процесу і виділити його характерні риси, від того, як буде сформульована мета вирішення завдання, залежить у кінцевому рахунку результат, що буде одержано на виході.

Перехід від якісного опису цього об'єкта або процесу до формалізованої побудови моделі становить другий етап. Однак рішення, отримане за допомогою економіко-математичної моделі, часто не може бути негайно використано на практиці. Тільки після цього аналізу та перевірки адекватності моделі можуть бути вироблені рекомендації, пов'язані з прийняттям остаточного рішення. Таким чином, у результаті виконання всіх цих процедур отримують скоригований варіант моделі, який більш точно відображає характер досліджуваного об'єкта.

Відмінна риса цього напрямку досліджень – експеримент проводиться на обчислювальній техніці, а

не в реальному житті. Спеціальне програмне забезпечення перебирає сотні, тисячі варіантів рішень, і за допомогою певних математичних процедур вибирається кращий з них. І тільки після того, як розглянуто всі «за» і «проти», можна реалізовувати рішення на практиці.

Важливо, що економіко-математичні моделі призначені не тільки для того, щоб отримувати будь-якої результат у вигляді конкретного числа, точного значення показника. Вони часто використовуються для встановлення закономірностей економічних процесів або явищ, тобто в цьому разі вони є інструментом аналізу дійсності.

Економіко-математичне моделювання – ефективний дослідний метод, що дає змогу виділити групу найбільш важливих явищ виробничого процесу, абстрагуватися від несуттєвих явищ, змінити просторово-часові та інші масштаби реального процесу, а також умови його протікання в зручному для дослідження напрямі. Для побудови математичної моделі вирішення будь-якої економічної задачі є свій математичний метод (табл. 1).

Моделювання оцінки економічної безпеки будівельного підприємства вимагає використання математичного апарату. Для оцінки економічної безпеки можуть бути використані статистичні методи, такі як: методи кореляційно-регресійного аналізу; метод головних компонент; методи факторного аналізу; методи порівняльного аналізу і враховані у рейтингу; методи дискримінантного аналізу; непараметричні методи оцінки зв'язку [12].

Таблиця 1

Вибір відповідного математичного методу для вирішення економічної задачі [10]

Економічний опис завдання	Математичний метод
Економічні розрахунки, пов'язані з визначенням часток, відсотків, пропорцій матеріальних ресурсів, рахунком грошей, обчисленням прибутку, податків, рентабельності тощо	Арифметика (частки, відсотки, пропорції), алгебра (рівняння, функції, графіки)
Розрахунки завдань, що містять послідовності взаємопов'язаних економічних показників і об'єктів (наприклад, так звані «піраміди»)	Арифметичні і геометричні прогресії
Обчислення, пов'язані з поєднанням різних економічних об'єктів, їх перестановкою і розміщенням	Комбінаторика
Розрахунки у галузі просторових відносин і форм економічних об'єктів	Геометрія
Оцінка економічних ситуацій, пов'язаних із визначенням істинності чи хибності інформації, необхідністю знайти вихід зі скрутного становища	Логіка
Вибір оптимального варіанту рішення економічної задачі для випадку, коли умови описуються рівняннями першого ступеня	Лінійне програмування
Вибір оптимального варіанту рішення економічної задачі для випадку, коли умови описуються рівняннями другого і вищого ступеня	Нелінійне програмування
Вибір оптимального плану багатоетапної економічної операції, коли результати кожного наступного етапу залежать від попереднього	Динамічне програмування
Економічні розрахунки, пов'язані з явищами і величинами випадкового характеру	Теорія імовірності
Збір, обробка та аналіз статистичних економічних матеріалів	Математична статистика
Розрахунки виробничо-економічних показників і вироблення необхідних рекомендацій у масово повторюваних випадкових явищах	Теорія масового обслуговування (теорія черг)
Економічні розрахунки, пов'язані з явищами і величинами випадкового характеру, на основі штучно вироблених статистичних матеріалів	Метод статистичних випробувань (Монте-Карло)
Вироблення економічних рішень в умовах невизначеності ситуації, викликаній свідомими зловмисними діями конфліктуючої сторони	Теорія ігор
Вироблення економічних рішень в умовах невизначеності ситуації, викликаній об'єктивними обставинами	Теорія статистичних рішень
Складання та реалізація раціональних планів проведення економічних операцій, які передбачають вирішення завдання в найкоротший термін і з найкращими результатами	Мережеве планування

Розглядаючи перераховані вище методи, можна сказати, що більш ефективними для оцінки рівня економічної безпеки є методи кореляційно-регресійного аналізу, методи факторного аналізу та головних компонентів, методи порівняльного аналізу.

Кореляційний аналіз дає змогу оцінити ступінь впливу на досліджуваний результативний показник кожного із включених у модель факторів за фіксованого положення інших факторів, а також за будь-яких можливих поєднань факторів із певним ступенем точності знайти теоретичне значення цього показника. Обумовлені під час вивчення статистичних залежностей коефіцієнти регресії і кореляції є середніми величинами. Тому під час їх розрахунку необхідно дотримуватися всіх вимог, що пред'являються до статистичних середніх, таких як якісна однорідність сукупності і досить велика чисельність.

Якісна однорідність потрібна для отримання типових середніх. Ця умова буде виконана, якщо кореляційно-регресійний аналіз застосовувати в поєднанні з методом статистичних угруповань і завдяки угрупованню якісно однорідних груп.

Особливу небезпеку для якості результатів дослідження становить так звана помилкова кореляція, коли в кожній з досліджуваних ознак містяться тотожні елементи. Також слід уникати вивчення залежностей між не пов'язаними по суті ознаками. Навіть якщо між ними виявиться кореляція, коефіцієнти все одно не матимуть ніякого сенсу.

Сучасні компанії, які займаються будівництвом житлової та комерційної нерухомості, розвиваються в умовах можливої наявності таких внутрішніх загроз, як: збільшення частки дебіторської заборгованості в загальному обсязі майна; неоптимальне співвідношення власного і позикового капіталів; низькі значення

показника поточної ліквідності; погіршення фінансових результатів діяльності за рахунок зниження обсягу продажу. Виручка є основним доходом підприємств цієї сфери. Її зниження призводить до падіння матеріального добробуту компанії і рентабельності продажів. У сукупності перераховані чинники значно впливають на інвестиційну привабливість підприємства.

Основна мета множинного кореляційно-регресійного аналізу полягає в оцінці впливу факторів ( $X_1, X_2$ ) на зміну доходу від реалізації ( $Y$ ). Як показники-фактори, що потенційно впливають на значення доходу, використані ключові фінансові величини, до яких відносяться:  $X_1$  – адміністративні витрати,  $X_2$  – операційні витрати. Об'єктом дослідження було вибрано ДПАТ «Будівельна компанія «УКРБУД» [9].

Якщо коефіцієнт кореляції за абсолютною величиною близький до одиниці, то для побудови залежності використовується лінійна модель.

Лінійна регресія виражається рівнянням прямої лінії:

$$\tilde{Y}_x = a + bX_1 + cX_2, \quad (1)$$

де  $\tilde{Y}_x$  – розрахункові значення результативної ознаки;  $a, b, c$  – параметри лінійного рівняння;

$X_1, X_2$  – фактичні значення факторних ознак.

Для оцінки сили зв'язку в теорії кореляції використовується шкала англійської статистика Чеддока, яка представлена в таблиці 3.

Виходячи із зазначених даних, отримуємо коефіцієнт кореляції  $r_1 = -0,49383$ ,  $r_2 = 0,90611$ . Ці значення кореляції мають різного характеру та ступеня зв'язку із доходом від реалізації. Коефіцієнт  $r_1$  вказує на те, що зв'язок між адміністративними витратами і доходом від реалізації слабкий і зворотний. А зв'язок між операційними витратами та доходом від реалізації прямий і сильний ( $r_2$ ). Ці коефіцієнти кореляції зазначено у таблиці 4.

Таблиця 2

**Вихідна інформація для проведення кореляційно-регресійного аналізу доходу від реалізації, адміністративних витрат та операційних витрат ДПАТ «Будівельна компанія «УКРБУД» [3, 4]**

Фактор	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.
Дохід від реалізації (Y)	316730	455336	255658	169583
Адміністративні витрати ( $X_1$ )	9865	14733	16622	18570
Операційні витрати ( $X_2$ )	14485	42022	19638	10161

Таблиця 3

Шкала Чеддока [11]

Характеристика лінійного зв'язку між двома випадковими величинами	Величина абсолютного значення коефіцієнта кореляції за наявності:	
	прямого зв'язку	зворотного зв'язку
Практично відсутній	0,1–0,3	(-0,1)–(-0,3)
Слабкий	0,31–0,5	(-0,31)–(-0,5)
Помітний	0,51–0,7	(-0,51)–(-0,7)
Сильний	0,71–0,9	(-0,71)–(-0,9)
Дуже сильний	0,91–0,99	(-0,91)–(-0,99)

Таблиця 4

**Розраховані значення коефіцієнта кореляції доходу від реалізації, адміністративних витрат та операційних витрат ДПАТ «Будівельна компанія «УКРБУД»**

Показник	Дохід від реалізації, Y	Адміністративні витрати, X1	Операційні витрати, X2
Дохід від реалізації, Y	1		
Адміністративні витрати, X1	-0,49383205	1	
Операційні витрати, X2	0,906106482	-0,081553996	1

Джерело: авторська розробка

Також проведено регресійний аналіз, у результаті якого було отримано коефіцієнт множинної кореляції (множинний  $R = 0,999277$ ), який завжди має позитивне значення і може отримувати будь-яке значення в межах між 0 і 1. Чим він ближче до одиниці, тим тісніша залежність  $Y$  від сукупної дії  $X$ . Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) характеризує частку розкиду значень залежної змінної  $Y$ , пояснену рівнянням регресії. У нашому разі він становить 0,998555, тобто 99,86% розкиду змінної  $Y$  пояснюється побудованим рівнянням регресії.

Так само було проведено дисперсійний аналіз, який спрямований на пошук взаємозв'язків в експериментальних даних шляхом дослідження значущості відмінностей у середніх значеннях. За даними, що отримано після проведення дисперсійного аналізу, оцінюється загальна якість отриманої моделі: її достовірність за рівнем значущості критерію Фішера (значущість  $F$ ), який дорівнює 0,038007, це означає, що відповідна незалежна змінна впливає на залежну змінну і коефіцієнт не може бути прибраний з рівняння. Достовірність за рівнем значущості критерію Фішера менше 0,05, значить, модель значуща.

Для того, щоб за середньою величиною однієї ознаки визначити середню величину іншої ознаки, застосовується коефіцієнт регресії і перелік інших параметрів, які вказано в таблиці 5.

Відповідно до отриманих даних складемо рівняння регресії:

$$\hat{Y}_x = a + bX_1 + cX_2 = 343287,4464 - 13,6184X_1 + 7,3969X_2 \quad (2)$$

Вільний член  $a = 343287,4464$  є допоміжною величиною, яка показує, яким буде значення величини  $Y$ , якщо всі використовувані в моделі фактори будуть рівні 0. Отже, вільний член  $a$  не впливає на отримання оптимальних прогнозів.

Коефіцієнти регресії  $b$  і  $c$  слід розглядати як ступінь впливу кожної зі змінних на рівень доходу від реалізації, якщо всі інші незалежні змінні залишаться незмінними. Так, коефіцієнт  $b = -13,6184$  вказує на те, що підвищення адміністративних витрат на 1 тис. грн. призведе до зниження рівня доходу від реалізації на 13,6184 тис. грн. Аналізуючи коефіцієнт  $c = 7,3969$ , можна помітити, що зростання частки операційних витрат приведе до підвищення доходу від реалізації на цьому підприємстві на 7,3969 тис. грн.

Одним із найважливіших завдань множинного регресійного аналізу є прогнозування розвитку досліджуваного явища на основі побудованої моделі. Будь-яке серйозне рішення, особливо пов'язане з вкладенням грошей, вимагає прогнозу, передбачення розвитку економічної ситуації. У перспективі на чотири роки необхідно побудувати графіки кореляції, які пока-

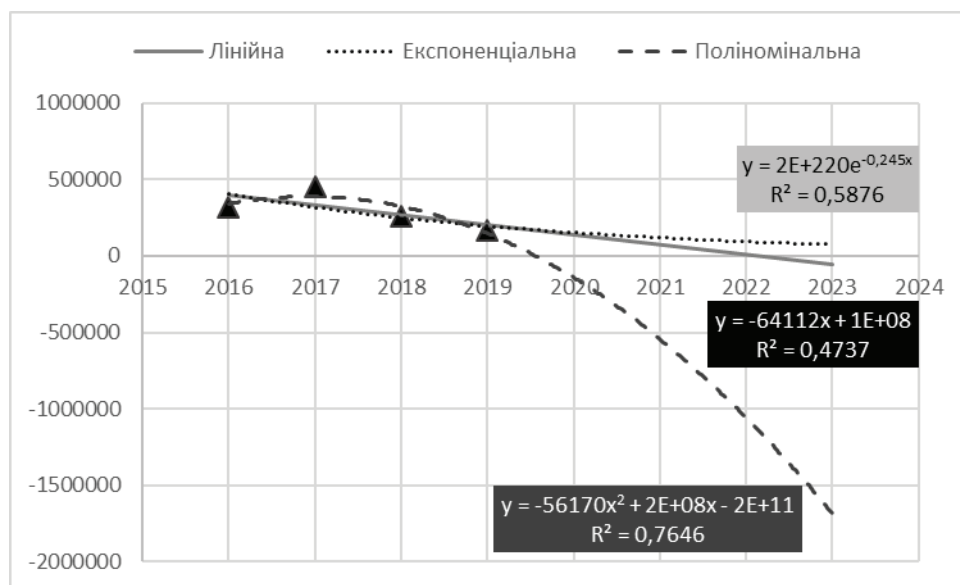


Рис. 1. Прогнозні значення доходу від реалізації ДПАТ «Будівельна компанія «УКРБУД» до 2023 р., тис. грн.

Джерело: авторська розробка

Таблиця 5

Показники регресійного аналізу доходу від реалізації, адміністративних витрат та операційних витрат ДПАТ «Будівельна компанія «УКРБУД»

Показники	$Y$ – перетин	$X_1$	$X_2$
Коефіцієнти	343287,4464	-13,6184	7,396949
Стандартна помилка	20554,98513	1,228449	0,323618
t-статистика	16,70093383	-11,0858	22,85705
P-значення	0,038073356	0,057271	0,027834
Нижні 95%	82111,59701	-29,2273	3,284994
Верхні 95%	604463,2957	1,99053	11,5089

Джерело: авторська розробка

жуть тенденцію змін і вкажуть на величину достовірності прогнозу. Необхідно побудувати тренд лінійної апроксимації, який стандартно застосовується в елементарних випадках, коли функція збільшується або зменшується за певний рівний проміжок часу, тренд експоненціальної апроксимації, який застосовується, коли швидкість змінних безперервно зростає, але цей вид може бути неприйнятний, якщо дані, що вводяться, негативні або дорівнюють нулю, і, нарешті, тренд поліноміальної апроксимації, тому що деякі функції час від часу можуть зростати і спадати.

На графіку видно, що дохід від реалізації буде зменшуватися, і це може бути пов'язано зі збільшенням адміністративних витрат, які включають у себе:

заробітну плату; відрахування на соціальні заходи; консультаційні, юридичні та аудиторські послуги; витрати на використання службових та орендованих авто; витрати на поліпшення й утримання основних засобів; електроенергію, теплову енергію, комунальні послуги; витрати на операційну оренду основних засобів; послуги зв'язку; амортизацію; матеріальні витрати; банківські послуги; витрати на службові відрядження; організаційно-технічні послуги; оцінку майна, страхові послуги та інше. Це збільшення негативно вплине на економічну безпеку підприємства.

На графіку кореляції адміністративних витрат (рис. 2), можна побачити, що за аналізований період спостерігається поступове збільшення цього показ-

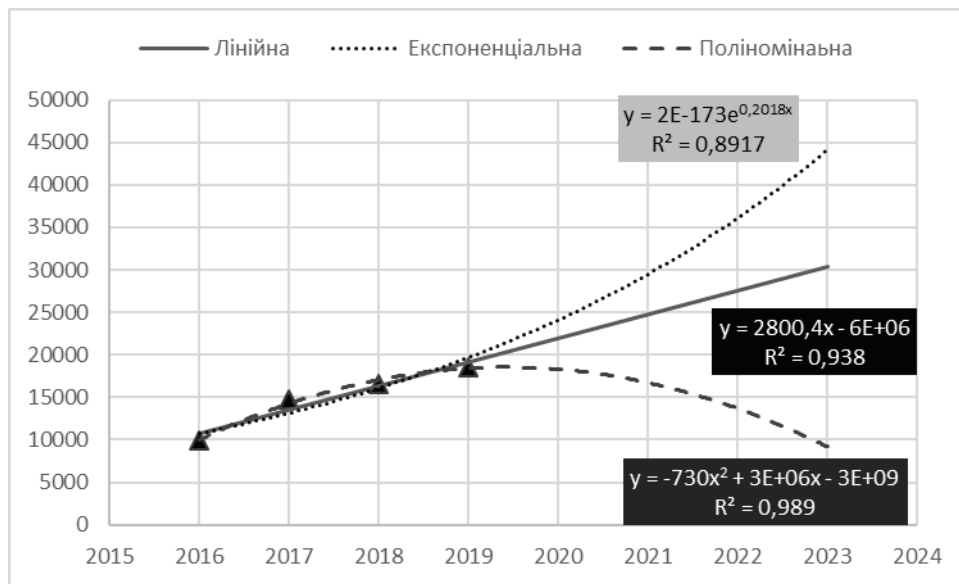


Рис. 2. Прогнозні значення адміністративних витрат ДПАТ «Будівельна компанія «УКРБУД» до 2023 р., тис. грн.

Джерело: авторська розробка

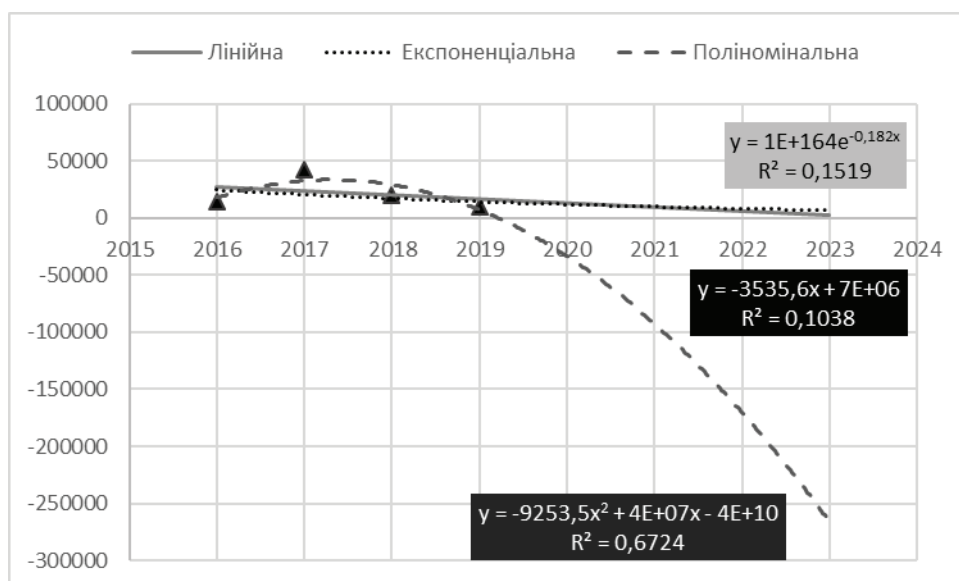


Рис. 3. Прогнозні значення операційних витрат ДПАТ «Будівельна компанія «УКРБУД» до 2023 р., тис. грн.

Джерело: авторська розробка

ника. У подальшій перспективі на два роки ця стаття витрат також збільшиться.

Операційні витрати, на відміну від адміністративних витрат, мають слабку негативну динаміку, що буде позитивно впливати на дохід підприємства, яка все ж буде зменшуватися.

Провівши кореляційно-регресійний аналіз і зробивши прогноз величин доходу від реалізації, адміністративних і операційних витрат, доцільно ввести заходи зі збільшення доходу та, відповідно, зміцнення економічної безпеки ДПАТ «Будівельна компанія «УКРБУД». До таких заходів можна віднести: зростання обсягів продажу за рахунок збільшення кількості клієнтів для реалізації житлових і нежитлових приміщень та скорочення адміністративних витрат за рахунок оптимізації витрат на оренду, утримання автомобілів і витрат на консалтаційні послуги, а також зниження загальної суми адміністративних витрат за рахунок економного використання електроенергії, теплової енергії, послуг зв'язку.

Подальшим необхідним заходом є пропозиція заходів зі скорочення витрат підприємства, що приведе до збільшення його доходу і підвищить рівень фінансової та економічної безпеки.

**Висновки.** Після розгляду методів математичного моделювання та завдань, які можуть бути вирішені, не залишається сумнівів у необхідності застосування цих методів. З їх допомогою можливе вирішення більшості проблем, що виникають у сучасного підприємства. Практичне значення дослідження, зробленого на основі кореляційно-регресійного аналізу, полягає у тому, що, отримавши прогнозні значення показників, є можливість зробити висновки про необхідність зміни структури витрат підприємства. На основі правильно зроблених висновків є можливість запропонувати керівництву підприємства заходи, що забезпечать отримання більшого розміру прибутку, підвищення ділової активності і зміцнення економічної безпеки організації, поліпшивши фінансовий стан і її платоспроможність.

#### Список використаних джерел:

1. Вихристюк О.С. Методичні підходи до вимірювання економічної безпеки підприємства. *Наукові праці МАУП*. 2010. № 1 (24). С. 194–200.
2. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: Навч. посібник. Київ: КНЕУ, 2003. 408 с.
3. Звіт незалежного аудитора Вих. № 61-AB від 20.04.2018р. URL: <https://www.ub.kiev.ua/images/2018pdf/zv2017.pdf> (дата звернення: 02.07.2020).
4. Звіт незалежного аудитора № 1231-2 від 30.04.2020р. URL: [https://www.ub.kiev.ua/images/2020/zv\\_aud\\_20.pdf](https://www.ub.kiev.ua/images/2020/zv_aud_20.pdf) (дата звернення: 02.07.2020).
5. Клопов І. О. Забезпечення та управління економічною безпекою промислового підприємства. *Вісник ЗНУ. Економічні науки*. 2011. № 1 (9). С. 43–52.
6. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Изд. 2-е. Москва: Политиздат, 1964. Т. 33. 788 с.
7. Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике: Учебник. Москва: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2004. 365с.
8. Порохня В.М. Моделювання економіки: Моногр. Запоріжжя: ЗДІА, 2001. 382 с.
9. Сайт ДПАТ «Будівельна компанія «УКРБУД» URL: <https://www.ub.kiev.ua/> (дата звернення: 02.07.2020).
10. Семенов С.С. Экономико-математические основы для моделирования экономической политики предприятий. *Проблемы экономики и менеджмента*. 2012. № 11 (15). С. 59–63
11. Тема 2. Оцінка тісноти лінійного зв'язку між двома випадковими величинами. URL: <https://sdamzavas.net/1-7507.html> (дата звернення: 05.07.2020).
12. Чаговець Л.О. Моделі оцінки та аналізу економічної безпеки підприємства : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.11 «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» ; Харків, 2010. 21 с.

#### References:

1. Vykhrystsiuk O.S. (2010) Metodichni pidkhody do vymiruvannya ekonomichnoi bezpeky pidpriemstva [Methodical approaches to measuring the economic security of the enterprise]. *Scientific works of IAPM*, vol. 1, no. 24, pp. 194–200.
2. Vitlinskyi V.V. (2003) *Modeliuvannya ekonomiky: Navch. Posibnyk* [Modeling the economy: textbook]. Kyiv: KNEU. (in Ukrainian)
3. Zvit nezalezhnogo audytora Vyk. #61-AV vid 20.04.2018r. [Independent Auditor's Report Ex. № 61-AB dated April 20, 2018.] URL: <https://www.ub.kiev.ua/images/2018pdf/zv2017.pdf> (appeal date: 02.07.2020).
4. Zvit nezalezhnogo audytora #1231-2 vid 30.04.2020r. [Independent auditor's report № 1231-2 dated 30.04.2020] URL: [https://www.ub.kiev.ua/images/2020/zv\\_aud\\_20.pdf](https://www.ub.kiev.ua/images/2020/zv_aud_20.pdf) (appeal date: 02.07.2020).
5. Klopov I.O. (2011) Zabezpechennia ta upravlinnia ekonomichnoiu bezpekoiu promyslovoho pidpriemstva [Ensuring and managing the economic security of an industrial enterprise]. *Bulletin of ZNU. Economic sciences*, vol. 1, no. 71, pp. 43–53.
6. Marks K., Engels F. (1964) *Sochineniia. Izd. 2-e. T. 33* [Compositions. Ed. 2nd. T. 33]. Moscow: Politizdat. (in Russian)
7. Zamkov O.O., Tolstopiatenko A.V., Cheremnykh Iu. N. (2004) *Matematicheskie metody v ekonomike: Uchebnik* [Mathematical Methods in Economics: Textbook]. Moscow: Moscow State University M.V. Lomonosov. (in Russian)
8. Porokhnia V.M. (2001) *Modeliuvannya ekonomiky: Monohr.* [Modeling of economy: Monograph.]. Zaporozhye: ZDIA. (in Ukrainian)
9. Sait DPAT "Budivelnna kompaniia "UKRBUD" [Website of the State Enterprise Construction Company UKRBUD] URL: <https://www.ub.kiev.ua/> (appeal date: 02.07.2020).
10. Semenov S.S. (2012) Ekonomiko-matematicheskie osnovy dlia modelirovaniia ekonomicheskoi politiki predpriatii [Economic and mathematical foundations for modeling economic policies of enterprises]. *Problems of Economics and Management*, vol. 11, no. 15, pp. 59–63.
11. Tema 2. Otsinka tisnoty liniinoho zviazku mizh dvoma vypadkovymy velychynamy [Topic 2. Estimation of the tightness of the linear relationship between two random variables.]. URL: <https://sdamzavas.net/1-7507.html> (appeal date: 05.07.2020).
12. Chahovets L.O. (2010) *Modeli otsinky ta analizu ekonomichnoi bezpeky pidpriemstva* [Models of assessment and analysis of economic security of the enterprise] (abstract of the Phd Thesis), Kharkiv.