

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-4-80-57>

УДК 311.16

Бегун С.І., Воронюк А.Л.

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки

МІСЦЕ КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ В УПРАВЛІННІ ПІДПРИЄМСТВОМ

Анотація. У статті розглянуто шляхи підвищення ефективності підприємства в умовах сучасної української економіки за допомогою використання кореляційно-регресійного аналізу в прогнозуванні управлінських рішень. Досліджено важливість застосування кореляційно-регресійного аналізу для кількісної оцінки взаємозалежностей між статистичними ознаками для того, щоб підвищити точність отриманих прогнозів та скоротити мінливість показників. Зроблено відбір чинників, які суттєво впливають на чистий дохід виробничого підприємства. Побудовано адекватну багатofакторну регресійну модель залежності чистого доходу від обраних факторів, яка дасть змогу приймати більш дієві управлінські рішення. Надано рекомендації щодо збільшення ефективності діяльності підприємства та підвищення його загальної рентабельності.

Ключові слова: ефективність, кореляційно-регресійний аналіз, множинна регресія, управління, прогнозування.

Begun Svitlana, Voroniuk Anna

Lesya Ukrainka Eastern European National University

**APPLICATION OF CORRELATION-REGRESSION ANALYSIS
IN ENTERPRISE MANAGEMENT**

Summary. At this stage of market economy development, it is necessary to use science-based management decisions that increase the competitiveness of the enterprise. In particular, it is expedient to use the obtained results of correlation-regression analysis to justify the management decisions that are made regarding the forecasting and planning of sales volumes of certain types of products in future periods. Methods of economic-mathematical modeling, economic and statistical analysis are an important element in making clear, effective management decisions. Today, forecasting plays a very important role in the functioning of the enterprise, and regression analysis is an effective tool in making effective management decisions. The article discusses ways to increase the efficiency of the enterprise in the modern economy of Ukraine by using correlation-regression analysis in forecasting management decisions. This article provides a thorough study of the effectiveness of regression analysis for profit management. The state of the problem is analyzed, defects are found. The importance of using correlation-regression analysis to quantify the interdependencies between statistical traits in order to improve the accuracy of the predictions obtained and to reduce the variability of the indicators is investigated. The net income indicator best describes the degree of efficiency of the enterprise. The amount of revenue generated is influenced by a large number of factors that act both independently and in relation to each other. For effective profit control, you should use an econometric and predictive effective rate model. The article investigates the impact of cost of sales, autonomy ratio and return on assets on net income using correlation-regression analysis. A selection of factors that significantly affect the net income of a manufacturing enterprise is made. Adequate multifactor regression model of the dependence of net income on the selected factors has been constructed, which will allow to make more effective management decisions. Recommendations are given to increase the efficiency of the enterprise and increase its overall profitability.

Keywords: efficiency, capital productivity, correlation and regression analysis, multiple regression, administration, forecasting.

Постановка проблеми. На даному етапі розвитку ринкової економіки необхідним є використання науково-аргументованих управлінських рішень, які збільшують конкурентоспроможність підприємства. Методи економіко-математичного моделювання, економічного та статистичного аналізу є важливим елементом для прийняття чітких, ефективних управлінських рішень.

Саме ці методи допомагають управлінському персоналу оцінити дію різних факторів на кінцевий результат функціонування підприємства. Зокрема, одержані результати кореляційно-регресійного аналізу доцільно використати для обґрунтування прийнятих управлінських рішень, які стосуються прогнозування і планування обсягів реалізації певних видів продукції у майбутніх періодах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема збільшення точності прогнозів, отриманих за допомогою кореляційно-регресійного аналізу викликала неабияке зацікавлення

наукової спільноти. Вивченню даного питання присвячують свої праці багато як вітчизняних, так і закордонних економістів, серед яких доцільно виділити: А.М. Гольдберг, М.А. Корольов, О.С. Кравець, О.М. Гострик, Ю.О. Борох, Л.О. Бойко, Л.С. Стригуль, В.М. Степанишин, Л.О. Тисовський та інші.

Зокрема, цікавою є праця Д.Е. Ханка «Бізнес-прогнозування», у якій розглянуто методику лінійного та регресійного аналізу, а також її практичне застосування при прийнятті управлінських рішень, наведено головні статистичні поняття. Доцільно звернути увагу також на книгу «Экономическое моделирование в Microsoft Excel», автором якої є Д. Мур. В ній досліджено основні засади моделювання і моделі прогнозування, якими варто користуватися для вирішення поставлених управлінських завдань.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Недостатньо уваги на-

уковці приділяють дослідженню процесу прогнозування впливу різних факторів на один з основних показників діяльності підприємства – чистий дохід за допомогою кореляційно-регресійного аналізу, хоча на даному етапі розвитку економіки, прогнозування відіграє дуже важливу роль у функціонуванні підприємства, а регресійний аналіз є дієвим інструментом у прийнятті ефективних управлінських рішень.

Мета дослідження. Метою роботи є дослідження процесу прогнозування і прийняття ефективних управлінських рішень за допомогою використання кореляційно-регресійного аналізу. У статті запропоновано регресійну модель, на основі якої може бути обрано найбільш підходящий варіант розвитку підприємства у майбутньому.

Виклад основного матеріалу дослідження. На діяльність будь-якого підприємства впливає величезна кількість різних факторів. Для прийняття тих чи інших управлінських рішень дуже важливо правильно оцінити результати їх впливу. Це можливо зробити за допомогою статистичних методів, шляхом побудови та аналізу відповідної математичної моделі, економічних прогнозів.

Під прогнозуванням розуміють процес побудови прогнозу, який базується на дослідженні тенденції діяльності об'єкта. Дуже важливим напрямком прогнозування суспільного розвитку є економічне прогнозування. Економічне прогнозування – це наукова дисципліна, яка спрямована на вивчення та аналіз шляхів економічного розвитку об'єкта, оцінку його імовірних станів у майбутньому, пошук альтернативних управлінських рішень [2, с. 9].

Загалом, економічні прогнози потрібні для виявлення найбільш вірогідних і економічно ефективних варіантів довгострокових, середньострокових і поточних планів. Крім того, на сьогодні, економічне прогнозування є одним із основних наукових факторів формування стратегії

й тактики розвитку підприємства. Це зумовлено перш за все науково-технічним прогресом та удосконаленням економічної системи держави.

Економічне прогнозування вирішує два основних завдання. По-перше, воно дозволяє визначити перспективи найближчого або віддаленого майбутнього, враховуючи реальні процеси сьогодення. По-друге, таке прогнозування сприяє розробці оптимальних програм і планів економічного розвитку об'єкта, що має ґрунтуватися на пропонованому прогнозі та враховувати оцінку прийнятого рішення з позицій його наслідків у прогнозованому періоді [3, с. 103–106].

При використанні економічного прогнозування потрібно зважати, що на діяльність підприємства впливає велика кількість факторів. Для багатфакторних моделей чи явищ доцільно застосовувати методи множинного кореляційно-регресійного аналізу. Застосовуючи їх, можна проаналізувати та дати кількісну оцінку внутрішнім і зовнішнім наслідковим зв'язкам між факторами, які включено в модель, а також виявити закономірності та тенденції розвитку досліджуваного результативного параметра, і на основі отриманої інформації зробити економічні прогнози.

За допомогою кореляційно-регресійного аналізу можна вирішити два основних завдання. Зокрема, побудоване рівняння регресії ілюструє аналітичну форму зв'язку, рівень його щільності між результативним показником та факторами, які на нього впливають. Реалізація кореляційно-регресійного аналізу передбачає виконання певних етапів (табл. 1).

Встановлення конкретної аналітичної залежності одного або кількох результативних показників від одного або декількох факторних є метою кореляційно-регресійного аналізу. Ця залежність подається у вигляді математичної моделі, яка задається відповідним рівнянням регресії.

Таблиця 1

Етапи проведення кореляційно-регресійного аналізу

Етап	Характеристика етапу
1	2
Постановка задачі	Вибір результативної та факторної ознак
Збирання інформації та її первинна обробка	Групування інформації, виключення аномальних спостережень
Визначення виду моделі	Проводяться аналітичні групування і будуються графіки, обґрунтовується вид моделі (попередньо перевага надається лінійній моделі)
Перевірка однорідності сукупності	Полягає в обчисленні коефіцієнта варіації, його значення немає перевищувати 33%
Перевірка нормальності розподілу ознак	Для перевірки розраховують спеціальні показники
Відбір факторів до моделі	При відбиранні дотримуються умови, що число спостережень як мінімум у 6-8 разів має перевищувати кількість факторів у моделі
Побудова рівняння регресії	Підбір відповідного типу математичного рівняння, яке показує, як в середньому змінюється результативний показник при зміні будь-якого з незалежних показників x_i , і має вигляд: $y = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$
Оцінка щільності зв'язку між показниками	Рівень щільності зв'язку оцінюють за коефіцієнтами (при лінійній залежності – лінійного коефіцієнта кореляції, при нелінійній – кореляційного відношення)
Перевірка істотності зв'язку	Істотність зв'язку визначають порівнянням кореляційного відношення з його критичним значенням або з відповідним значенням критерію Фішера
Оцінка результатів аналізу	Надання рекомендацій про практичне використання результатів аналізу

Джерело: розроблено авторами за даними [1]

Найчастіше використовуються ті рівняння регресії, які відтворюють зв'язок одного результативного показника з одним (парна регресія) або декількома (багатофакторна регресія) факторними показниками. Головним завданням такого аналізу є створення та дослідження економіко-математичної моделі рівняння регресії, яке дає змогу розглянути залежність обраної результативної ознаки від декількох факторів та оцінити щільність зв'язку [3, с. 41].

Лінійна регресія є найбільш простою і поширеною моделлю, проте вона, зазвичай, не дає задовільну точність прогнозування, а відтак і ефективність такого прогнозу. Для того, аби підвищити точність прогнозу, а також скоротити мінливість показника доцільно використовувати множинну кореляцію.

При виборі факторів для побудови багатофакторної моделі необхідно дотримуватися двох правил. По-перше, обрані чинники повинні мати значний вплив на обраний результативний показник. По-друге, потрібно уникати взаємної кореляції, тобто ситуації, коли існує тісний зв'язок між декількома факторами. Обрані фактори мають відбивати різну площину досліджуваного процесу.

Для дослідження щільності зв'язку у побудованій багатофакторній моделі необхідно скласти кореляційну матрицю, яка ілюструє щільність лінійного зв'язку факторів між собою та із результативним показником. Варто зазначити, що кореляційні зв'язки доцільно встановлювати для великого обсягу вихідних даних, а сама інформаційна база повинна мати достатньо типові та надійні статистичні критерії, якісні і кількісні однорідність. У такому випадку отримана модель буде коректною [6, с. 26].

Зазвичай для визначення впливу факторів на результативний показник застосовуються детерміновані факторні моделі. Проте досить часто виникає ситуація, коли побудова цієї моделі є неможливою. У такому випадку необхідно застосувати кореляційно-регресійний аналіз із дотриманням наступних умов [4, с. 216]:

1) для того, щоб побудувати рівняння регресії потрібна певна сукупність об'єктів: у даному дослідженні – це просторово-часова (дані по ба-

зовому підприємству за 2017-2019 роки розподілялися по кварталах);

2) необхідно мати достатню інформаційну базу (за оцінками експертів кількість спостережень повинна хоча б у 3-4 бути більшою, ніж кількість факторів);

3) сукупність має бути недиференційована.

Кореляційно-регресійний аналіз допомагає визначити аналітичну форму та рівень щільності зв'язку між залежною і незалежними змінними, побудувавши рівняння регресії.

У якості об'єкта дослідження використано ТОВ «ЕКО SUN», яке є виробником світлодіодного освітлення та сонячних батарей, так як даний сегмент української економіки є відносно молодим та перспективним. З ціллю більш детального аналізу діяльності підприємства нами було проведено регресійний аналіз впливу обраних факторів на результативну ознаку.

У якості результативного показника нами було використано показник чистого доходу, який найкраще показує ступінь ефективності діяльності підприємств. Було обрано такі параметри регресійної моделі, які значно впливають на обсяг чистого доходу виробничого підприємства:

1) X_1 – собівартість реалізованої продукції (тис. грн);

2) X_2 – продуктивність праці (тис. грн/ос);

3) X_3 – коефіцієнт автономії;

4) Y – чистий дохід (тис. грн).

За допомогою регресійного аналізу було визначено функцію та на основі її обчислено вплив параметрів моделі на залежну змінну, а саме на чистий дохід підприємства. У загальному вигляді рівняння регресії має такий вигляд [1, с. 57]:

$$Y = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3$$

Для визначення коефіцієнтів регресії нами було використано наступні первинні дані, які відображають поточний стан виробництва (табл. 2).

За результатами аналізу вдалося пропорційно розподілити міру якості по залежних показниках на підставі результатів господарської діяльності підприємства. За допомогою MS Office Excel – 2007 отримали наступне рівняння регресії:

$$Y = 316,045 - 0,0376X_1 + 138,324X_2 + 845,556X_3$$

Таблиця 2

Значення параметрів регресійної моделі

№	Чистий дохід (тис. грн)	Собівартість реалізованої продукції (тис. грн)	Продуктивність праці (тис. грн/ос)	Коефіцієнт автономії
1	1 510	25 519	11,61	0,8
2	1 359	29 756	10,10	0,73
3	1 525	24 967	11,57	0,71
4	1 864	30 505	12,23	0,7
5	1 964	30 505	12,59	0,69
6	2 457	64 046	33,81	0,7
7	3 337	94 557	41,67	0,71
8	4 187	124 895	53,53	0,75
9	751	59 900	13,16	0,72
10	770	64 656	21,89	0,74
11	812	92 595	27,45	0,67
12	865	117 854	31,71	0,67

Джерело: розроблено авторами за даними [8]

Такий аналіз дозволяє з'ясувати ступінь впливу факторних чинників на ре-зультативну зміну. За розрахованими даними можна зробити висновок, що найбільший вплив на чистий дохід мають такі показники як продуктивність праці $A_2 = 138,324$ та коефіцієнт автономії $A_3 = 845,556$. Очевидно, що при зростанні продуктивності праці, собівартість на одиницю продукції – зменшується, і, відповідно збільшується рівень отриманого доходу. При збільшенні продуктивності праці на 1 тис. грн., чистий дохід зростає на 138 тис. грн., за умови незмінності інших факторів. Крім того, суттєвий ріст у структурі капіталу зобов'язань призводить до зниження результативного показника – чистого доходу.

Враховуючи те, що дані – динамічні, то важливою є перевірка на наявність автокореляції залишків. Під поняттям «автокореляції» розуміють взаємозв'язок послідовних елементів часового чи просторового ряду даних. Важливою передумовою побудови якісної регресійної моделі методом найменших квадратів є незалежність значень випадкових відхилень від значень відхилень у всіх інших спостереженнях. Наявність автокореляції у моделі призводить до отримання неефективних прогнозів, тобто прогнозів із значною вибірковою дисперсією [5, с. 167].

Для перевірки досліджуваної моделі на наявність автокореляції залишків було застосовано коефіцієнт Дарбіна-Уотсона, який є найбільш відомим для виявлення автокореляції. У даному випадку він становить 2,002, а табличні значення коефіцієнта при для $n=12$ і $k=3$ та рівні значимості 5% дорівнюють $d_1 = 0,66$, $d_2 = 1,86$. Так як $0,66 < 2$ і $1,86 < 2 < 2,14$, то автокореляція залишків – відсутня. Тобто, на основі розробленої моделі можна отримати надійний та ефективний прогноз, а включені в модель фактори дійсно мають суттєвий вплив на результативний показник.

Для того, щоб впевнитися у тому, що побудована модель є якісною також необхідно виконати перевірку на мультиколінеарність. Мультиколінеарність виникає в тому випадку, коли більше, ніж два фактори зв'язані між собою лінійною залежністю, тобто існує вплив факторів один на одного. У такому випадку один із факторів необхідно виключити, адже він не є суттєвим [3, с. 47, 49].

За допомогою MS Office Excel – 2007 було отримано кореляційну матрицю, яка складається з парних лінійних коефіцієнтів кореляції. Виходячи з отриманих даних можна зробити висновок, що найбільший вплив на чистий дохід на досліджуваному підприємстві мають такі фактори як продуктивність праці (X_2) та коефіцієнт автономії (X_3). Крім того, ці показники не є мультиколінеарними між собою. Собівартість реалізованої продукції необхідно виключити із рівняння регресії. Це зумовлено тим, що продуктивність праці та собівартість реалізованої продукції є мультиколінеарними між собою, адже при зменшенні собівартості продукції зазвичай спричиняє зростання продуктивності праці.

Обчислений коефіцієнт множинної кореляції показує на скільки тісним є зв'язок результативного показника з факторними показниками, тобто характеризує якість вибору рівня регресії. У даному випадку $R=0,915$ свідчить про сильний (тісний) зв'язок між показниками. Важливим

є такий показник як коефіцієнт множинної детермінації. Він вказує на те, який відсоток зміни результативного показника зумовлений зміною факторної ознаки. У розглянутому випадку коефіцієнт множинної детермінації дорівнює 0,838, отже, результативний показник залежить від заданих факторів на 83,8%.

Крім того, зробивши перевірку істотності зв'язку за F-критерієм отримаємо значення 13,852. При $\alpha = 0,05$ і числі ступенів вільності $k_1 = 3$, $k_2 = 8$, критичне значення буде дорівнювати 4,07. Так як розраховане значення F-критерію більше, ніж критичне, то маємо, що із ймовірністю 95% можна вважати, що зв'язок між параметрами моделі є істотним. Отже, зв'язок між показниками, які включено у багатofакторну регресійну модель, є не випадковим. На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що побудована нами модель – коректна [7, с. 54].

Для оцінки значущості отриманих коефіцієнтів регресії використовується t-критерій Стьюдента. У нашому випадку значення цього критерію для відповідних показників складає:

$$1) t_2 = 5,604$$

$$2) t_3 = 0,182$$

У даному випадку, табличне значення t-критерію становить 2,31. Розраховане значення по модулю перевищує критичне для продуктивності праці. Це значить, що відповідний параметр статистично значимий і має суттєвий вплив на узагальнюючий показник.

Зроблені розрахунки дозволяють згенерувати обґрунтоване управлінське рішення щодо отриманих результатів діяльності підприємства за рахунок впливових факторів (серед яких собівартість реалізованої продукції, структура пасивів), аби забезпечити необхідний рівень прибутковості за інших рівних умов.

Висновки та пропозиції. Отже, показник чистого доходу найкраще характеризує ступінь ефективності діяльності підприємства. На обсяг отриманого доходу впливає значна кількість факторів, які діють як самостійно, так і у взаємозв'язку між собою. У статті було досліджено вплив собівартості реалізованої продукції, коефіцієнта автономії та рентабельності активів на чистий дохід за допомогою кореляційно-регресійного аналізу.

Одним із факторів, що значно впливають на дохід є продуктивність праці. Саме цей показник є дуже важливим, особливо на виробничих підприємствах, оскільки він показує наскільки ефективно використовуються трудові ресурси. Пошук та мобілізація резервів зростання продуктивності праці є головним управлінським завданням. Збільшення продуктивності праці може бути забезпечене шляхом автоматизації виробництва, поліпшення його організації, запровадження прогресивних технологій, поліпшення умов праці, матеріальне та моральне стимулювання персоналу.

Крім того, ще одним важливим фактором, який впливає на дохід є структура пасивів підприємства. Очевидним є той факт, що якщо діяльність підприємства в основному підтримується за рахунок короткотермінових зобов'язань, то його фінансовий стан буде нестійким. Крім того, робота з капіталами короткострокового викорис-

тання потребує постійного оперативного контролю за їх своєчасним погашенням та пошуком нових капіталів для залучення в оборот на короткий термін. Отже, фінансовий стан підприємства залежить від оптимального співвідношення власного та позикового капіталу, про це варто пам'ятати при прийнятті управлінських рішень, адже побудова адекватної фінансової стратегії є дуже важливою умовою ефективного функціонування підприємства.

Таким чином, застосування кореляційно-регресійного аналізу в управлінні підприємством дає змогу виділити та формально описати найсуттєвіші зв'язки економічних змінних, а також індуктивним шляхом отримати нові знання про об'єкт. Отже, отримані результати моделювання дозволяють не тільки спрогнозувати загальні показники оцінки діяльності підприємства, а й визначити його розвиток у майбутньому та прийняти обґрунтовані управлінські рішення.

Список літератури:

1. Руська Р.В. Економетрика : навч. посібник. Тернопіль : Тайп, 2012. 224 с.
2. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування : Навч. посібник. Київ : КНЕУ, 2001. 170 с.
3. Доля В.Т. Економетрія : навч. посібник. Харків : ХНАМГ, 2010. 171 с.
4. Харченко Ю.А. Кореляційно-регресійний аналіз обсягів збуту продукції промислового підприємства. *Економічний простір*. 2014. № 86(23). С. 214–223. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecpros_2014_86_23
5. Леонтьук-Мельник О.В., Захарчук Д.В. Економетричне моделювання для аналізу та прогнозування основної діяльності підприємства. *Галицький економічний вісник*. 2016. № 2(3). С. 164–171. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/20619>
6. Лопатюк Р.І. Прогнозування рівня інвестиційної діяльності підприємств аграрної сфери. *Ефективна економіка*. 2013. № 4(52). С. 25–29. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2013_4_52
7. Бегун С.І., Ковтун Н.В. Моделювання собівартості продукції підприємств хлібопекарської промисловості України. *Молодий вчений*. 2014. № 5(8). С. 53–56. URL: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2014/5/12.pdf>
8. Інформаційний портал Smida. URL: <http://www.smida.gov.ua>

References:

1. Ruska, R.V. (2012). *Ekonometryka* [Econometrics]. Ternopil: Taip. (in Ukrainian)
2. Ierina, A.M. (2001). *Statystychne modeliuвання ta prohnozuvannya* [Statistical modeling and forecasting]. Kyiv: KNEU. (in Ukrainian)
3. Dolia, V.T. (2010). *Ekonometriia* [Econometrics]. Kharkiv: KhNAMH (in Ukrainian)
4. Kharchenko, Yu.A. (2014). Koreliatsiino-rehresiinyi analiz obsiahiv zbutu produktsii promyslovoho pidpriemstva [Correlation-regression analysis of sales volume of industrial enterprise products]. *Ekonomicnyi prostir* (electronic journal), vol. 23, no. 86, pp. 214–223. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecpros_2014_86_23
5. Leontiuk-Melnyk, O.V. (2016). Ekonometrychne modeliuвання dlia analizu ta prohnozuvannya osnovnoi diialnosti pidpriemstva [Econometric modeling for analysis and prediction of the main activity of the enterprise]. *Halyskyi ekonomichnyi visnyk* (electronic journal), vol. 3, no. 2, pp. 164–171. Available at: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/20619>
6. Lopatiuk, R.I. (2013). Prohnozuvannya rivnia investytsiinoi diialnosti pidpriemstv ahrarnoi sfery [Forecasting the level of investment activity of agricultural enterprises]. *Efektivna ekonomika* (electronic journal), vol. 52, no. 4, pp. 25–29. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2013_4_52
7. Begun, S.I. (2014). Modeliuвання sobivartosti produktsii pidpriemstv khlibopekarskoi promyslovosti Ukrainy [Modeling the cost of production on baking industry enterprises in Ukraine]. *Molodyi vchenyi* (electronic journal), vol. 8, no. 5, pp. 53–56. Available at: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2014/5/12.pdf>
8. Informatsiinyi portal Smida (electronic resource). Available at: <http://www.smida.gov.ua>