

## ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ЕКОНОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО- МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ НА ОСНОВІ ЛОНГІТЮДНИХ ДАНИХ

**Н.В. Ізмайлова**

*Криворізький економічний інститут  
ДВНЗ „Київський національний  
економічний університет ім. Вадима  
Гетьмана”*

*Розроблено систему економетричних ANCOVA - моделей для одинадцяти підприємств, що входять до вітчизняного гірничо-металургійного комплексу. Подано економічне тлумачення усіх характеристик зв'язку та показано можливості використання моделей на практиці.*

**Ключові слова:** *дебіторська заборгованість, лонгитюдні дані, економетричні моделі, статистична достовірність.*

**Постановка проблеми. Актуальність теми дослідження.** Дебіторська заборгованість складає значну суму оборотних активів підприємства. Вона являє собою частину заморожених оборотних активів, що певний термін часу використовується у господарському обороті підприємств-покупців, а самі підприємства, що досліджуються протягом цього часу, втрачають певну суму чистого прибутку, що пов'язана з обертанням оборотних коштів. Втрати прибутку від наявності дебіторської заборгованості визначають комерційні кредитні ризики підприємства. Звідси, проблема в ефективному управлінні дебіторською заборгованістю є одночасно й проблемою управління комерційними кредитними ризиками.

Для вирішення цих проблем у роботі пропонується застосовувати економетричне моделювання. Побудувавши економетричну модель втрат чистого прибутку залежно від суми товарної дебіторської заборгованості, середнього періоду оборотності товарної дебіторської заборгованості та середнього терміну простроченої дебіторської заборгованості, можна визначити потенційні втрати чистого прибутку на перспективу. Це означає, що підприємство може заздалегідь піклува-

тися про компенсацію можливих втрат прибутку, застосовуючи різні методи страхування, коригувати оборотні активи з метою оптимізації їх структури та оборотності.

Для побудови економетричної моделі використана інформація по одинадцяти підприємствах за п'ять років (2002-2006). Серед цих підприємств сім відносять до видобувних і чотири є металургійними підприємствами. Оскільки дослідження проведені за п'ять років, то статистична інформація була сформована за двома основними ознаками – галузевою (просторовою) та часовою. Така інформація називається лонгитюдною.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питання управління дебіторської заборгованістю не є новим для вітчизняної науки. Цим питанням займалися такі вітчизняні автори: Т.П. Басюк, М.Д. Білик, О.С. Бондаренко, О.А. Боровик, В. Буленок, Д. Вінокуров, Л. Городянська, С. Єфімов, О.С. Іванілов, В.В. Смачило, Є.В. Дубровська, А.М. Карбовник, О. Кисельова, О. Конторщикова, З.П. Коровіна, А.С. Маглаперідзе, В.В. Храпкіна, О. Кушина, Н.М. Новикова, В. Полуянов, А. Твердомед [2, 3, 5, 8].

Узагальнення підходів науковців виявило наявність єдиної думки щодо актуа-

льності підвищення ефективності управління дебіторською заборгованістю в сучасних умовах господарювання. Але не достатньо висвітлено методику визначення втрат чистого прибутку підприємства від наявності товарної дебіторської заборгованості.

Сучасні економетричні методи дозволяють оцінити зв'язок між певними показниками на основі лонгітюдної інформації. Такі моделі представлені у працях останніх років закордонних та вітчизняних вчених. Серед закордонних авторів такі: Грін, Г. Вільям, Дж. Джонсон, К. Доугерти, В. Дюк, С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян, І.І. Єлисеєва. Вітчизняні вчені: С.І. Наконечний, Т.О. Терещенко, І.Г. Лук'яненко, Л.І. Краснікова [1,4,6,7]. До теперішнього часу такі моделі не застосовувались в управлінні дебіторською заборгованістю підприємств гірничо-металургійного комплексу України.

**Мета статті.** Розробка системи економетричних моделей для кожного підприємства у межах кожної групи: підприємства закритого видобутку залізної руди, підприємства з видобутку флюсів та металургійні підприємства; економічне тлумачення усіх характеристик зв'язку та показ можливостей їх використання на практиці.

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів.** Аналіз економетричної моделі втрат прибутку для підприємств з підземного видобутку залізної руди. До групи підприємств з підземного видобутку залізної руди належать два підприємства: ВАТ „Криворізький залізорудний комбінат" та ВАТ „Суша Балка". Лонгітюдні дані для цих підприємств взято за 5 років. Таким чином, сукупність спостережень включає 10 лонгітюдних даних. На основі цих даних автором побудована економетрична модель:

$$Y_{n.e.} = 839,11 D + 0,07 X_1 - 150,02 X_2 \quad (1)$$

(1,56)    (9,85)    (3,23)

$R^2 = 0,954; F = 48,87; r_{x_1, x_2} = 0,34; \det r = 0,88$ , де  $Y_{n.e.}$  – вектор втрат прибутку підприємств підземного видобутку залізної руди;

$X_1$  - оборотність дебіторської заборгованості;

$X_2$  - вектор фіктивної змінної, що характеризує відмінності вільних членів економетричних моделей обох підприємств.

Під оцінками параметрів економетричної моделі (1) наведені критерії Ст'юдента, що підтверджують нульову гіпотезу щодо статистичної значущості цих оцінок. Коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,957$ , а це означає, що зміна втрат прибутку на 95,4% залежить від зміни досліджуваних пояснювальних змінних. Критерій Фішера  $F = 48,87$  підтверджує статистичну достовірність економетричної моделі з ймовірністю  $p = 0,95$  і ступенем свободи  $\gamma_1 = 2$  і  $\gamma_2 = 7$ . Мультиколінеарність відсутня:  $\det r = 0,88$ .

Оскільки економетрична модель (1) та оцінки її параметрів є статистично достовірними, то на основі цієї моделі запишемо рівняння зв'язку для двох підприємств підземного видобутку залізної руди.

$$\hat{Y}_{n.e.}^{(1)} = 0,07 X_1 - 150,02 X_2 \quad (2)$$

$$\hat{Y}_{n.e.}^{(2)} = 839,11 + 0,07 X_1 - 150,02 X_2 \quad (3)$$

Перше рівняння не містить вільного члена, оскільки його статистична достовірність не була підтверджена. Рівняння зв'язку (2) описує залежність між втратами чистого прибутку і сумою дебіторської заборгованості за товари, роботи, послуги та оборотністю дебіторської заборгованості для ВАТ „Криворізький залізорудний комбінат". Рівняння зв'язку (3) описує залежність втрат прибутку від суми товарної дебіторської заборгованості та оборотності товарної дебіторської заборгованості ВАТ „Суша Балка".

Динаміка фактичних втрат чистого прибутку через товарну дебіторську заборгованість та втрат прибутку на основі рівнянь зв'язку (2) і (3) наведено на рис. 1.

Як свідчать дані рис. 1, змодельовані значення втрат чистого прибутку для ВАТ „Криворізький залізорудний комбінат" практично збігаються з фактичними втратами. Для ВАТ „Суша Балка" тенденції зміни показників у часі зберігається, але окремі їх значення дещо відрізняються. Але це не означає, що економетрична модель (3) втрачає свою практичну цінність.

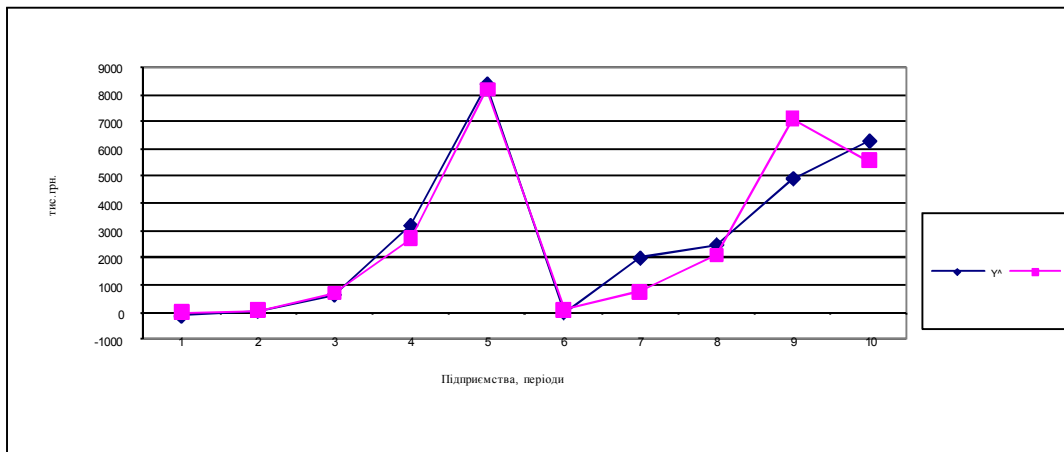


Рис. 1. Динаміка фактичних втрат прибутку через товарну дебіторську заборгованість (ряд  $Y$ ) та втрат прибутку на основі економетричної моделі

(ряд  $\hat{Y}$ ) для підприємств з підземного видобутку

Подамо економічний зміст отриманих характеристик зв'язку. Збільшення суми товарної дебіторської заборгованості на 1 тис. грн. може збільшити втрати чистого прибутку на 0,07 тис. грн., а уповільнення оборотності товарної дебіторської заборгованості збільшить втрати прибутку з коефіцієнтом пропорційності 150,02 за умови постійного розміру товарної дебіторської заборгованості.

Побудовані рівняння зв'язку можуть бути використані даними підприємствами для управління комерційними кредитними ризиками. Заздалегідь можна визначити можливі втрати прибутку через наявність певної суми дебіторської заборгованості, а це дозволить застосувати управлінські рішення для мінімізації суми втрат прибутку та створить при необхідності страховий фонд.

Аналіз економетричної моделі втрат прибутку для металургійних підприємств. До групи металургійних підприємств входять ВАТ „Дніпровський металургійний комбінат імені Ф.Е.Дзержинського”, „Дніпропетровський металургійний завод імені Комінтерну”, ВАТ „Арселор Міттал Кривий Ріг”, „Дніпропетровський металургійний завод імені Петровського”. Дані цих підприємств взято за п'ять років (2002-2006 рр.). Таким чином, для дослідження взято 20 спостережень, що належать до лон-

гітюдних даних, оскільки вони сформовані за двома ознаками: просторовим та часовим.

Побудова економетричної моделі на основі лонгітюдних даних передбачає включення до моделі крім досліджуваних чинників фіктивні змінні, що дадуть можливість викреслити окремі рівняння зв'язку для кожного з підприємств. Економетрична модель для металургійних підприємств має вигляд:

$$\hat{Y}_{m.n.} = -48781,53 + 56548,39D_1 + 46175,0D_2 + 24213,06D_3 + 0,20X_1 - 2183X_2, \quad (4)$$

де  $\hat{Y}_{m.n.}$  - вектор втрат прибутку металургійних підприємств, тис. грн.;

$X_1$  - вектор суми товарної дебіторської заборгованості, тис. грн.;

$X_2$  - вектор оборотності дебіторської заборгованості, дні;

$D_1, D_2, D_3$  - вектори фіктивних змінних, що характеризують відмінності вільних членів економетричних моделей наступних трьох підприємств у порівнянні з першим.

Проаналізуємо статистичну достовірність побудованої економетричної моделі та оцінок її параметрів. Вектор  $t$  – критеріїв запишеться:  $t = (2,34; 2,67; 2,01; 1,33; 9,29; 1,44)$ . Елементи цього вектора свідчать, що оцінки параметрів  $\hat{a}_0, \hat{b}_1, \hat{b}_2, \hat{a}_1$  є

статистично достовірними з ймовірністю  $p = 0,95$ , а оцінки  $\hat{b}_3$ ,  $\hat{a}_2$  - статистично достовірні з ймовірністю  $p = 0,8$ . Коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,916$ , це означає, що зміна втрат чистого прибутку на 91,6% залежить від досліджуваних чинників. Критерій Фішера:  $F = 30,57$  підтверджує статистичну значущість економетричної моделі загалом. Мультиколінеарність пояснювальних змінних  $X_1$  і  $X_2$  відсутня, про що свідчить коефіцієнт кореляції між ними:  $r_{x_1x_2} = 0,34$ .

Таким чином, усі кількісні характеристики взаємозв'язку моделі (4) статистично достовірні. Запишемо на основі оцінок параметрів моделі (4) систему рівнянь для кожного з металургійних підприємств.

Кожне рівняння зв'язку відрізняється одне від одного лише різним рівнем вільного члена, а оцінки параметрів досліджуваних чинників є однаковими. Дамо їм економічне тлумачення.

$$Y_{м.п.}^{(1)} = -48781,53 + 0,20 X_1 - 2183,6 X_2 \quad (5)$$

$$Y_{м.п.}^{(2)} = 7766,86 + 0,20 X_1 - 2183,6 X_2 \quad (6)$$

$$Y_{м.п.}^{(3)} = -2606,53 + 0,20 X_1 - 2183,6 X_2 \quad (7)$$

$$Y_{м.п.}^{(4)} = -24568,47 + 0,20 X_1 - 2183,6 X_2 \quad (8)$$

Якщо сума товарної дебіторської заборгованості збільшиться на 1 тис. грн., то втрати чистого прибутку збільшаться на 0,2 тис. грн. за умови незмінності показника оборотності товарної дебіторської заборгованості. А уповільнення оборотності товарної дебіторської заборгованості  $X_2$  збільшить втрати чистого прибутку з коефіцієнтом 2183,6, за умови, що сума товарної дебіторської заборгованості постійна. Визначаємо цю залежність оберненою, аналогічно як і у моделях (5-8).

Підставивши значення показників  $X_1$  та  $X_2$  у наведені рівняння, отримаємо розрахункові значення втрат чистого прибутку. Порівняємо їх із фактичними та покажемо динаміку цих показників на рис. 2.



Рис. 2. Динаміка фактичних втрат прибутку через товарну дебіторську заборгованість (ряд  $Y$ ) та втрат прибутку на основі економетричної моделі (ряд  $\hat{Y}$ ) для чотирьох металургійних підприємств (враховано чинник оборотності товарної заборгованості).

Як свідчить рис. 2, динаміка показників фактичних втрат прибутку та розрахованих на основі системи моделей (5-8) практично збігається. Розрахункові значення втрат прибутку максимально наближені до фактичних.

На рисунку 3 наведена динаміка цих

показників для усіх металургійних підприємств, коли змінена специфікація економетричної моделі. Замість оборотності дебіторської заборгованості за товари, роботи, послуги до моделі введено показник середнього „віку” простроченої дебіторської заборгованості.



Рис. 3. Динаміка фактичних втрат прибутку через товарну дебіторську заборгованість (ряд  $Y$ ) та втрат прибутку на основі економетричної моделі (ряд  $\hat{Y}$ ) для чотирьох металургійних підприємств за 5 років (враховано чинник середнього „віку” товарної заборгованості).

На рисунку 4 наведені дані про втрати прибутку на металургійних підприємствах, коли розмежовані економетричні моделі за часовим періодом. Тобто на інформації чо-

тирьох підприємств побудовані п'ять економетричних моделей для кожного з років періоду 2002-2006 рр.

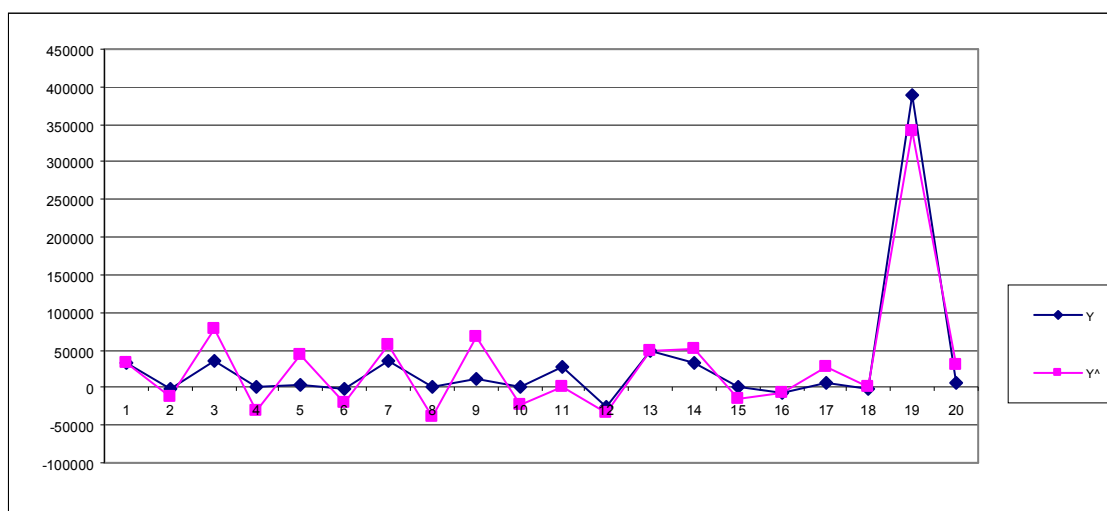


Рис. 4. Динаміка фактичних втрат прибутку через товарну дебіторську заборгованість (ряд  $Y$ ) та втрат прибутку на основі економетричної моделі (ряд  $\hat{Y}$ ) для металургійних підприємств.

Запишемо економетричні моделі для кожного з п'яти років окремо:

$$Y_{м.л.}^{(1r)} = 24328,11 + 0,20X_1 - 3905,85X_2 \quad (9)$$

$$Y_{м.л.}^{(2r)} = 3264,62 + 0,20X_1 - 3905,85X_2 \quad (10)$$

$$Y_{м.л.}^{(3r)} = -20890,32 + 0,20X_1 - 3905,85X_2 \quad (11)$$

$$Y_{м.л.}^{(4r)} = -7099,91 + 0,20X_1 - 3905,85X_2 \quad (12)$$

$$Y_{м.л.}^{(5r)} = 15271,77 + 0,20X_1 - 3905,85X_2 \quad (13)$$

Як видно, система моделей, що розрахована для всіх підприємств, але за різними часовими періодами теж відрізняються лише вільними членами. При цьому рівень зв'язку між втратами прибутку та сумою товарної дебіторської заборгованості залишається таким самим, як і в попередній системі рівнянь (5-8). Це означає, що цей рівень зв'язку є стабільним для кожного підприємства і для кожного часового періоду, його можна покласти в основу системи управління дебіторською за-

боргованістю і визначити частину прибутку, що знаходиться під ризиком.

Аналіз економетричної моделі втрат прибутку для підприємств з видобутку флюсів. Ця група підприємств включає три підприємства з видобутку флюсів: ВАТ „Докучаєвський ФДК”, ВАТ „Новотроїцьке РУ”, ВАТ „Балаклавське РУ” та до цієї ж групи ми віднесли підприємство ВАТ „ПВП Кривбасвибухпром”. Інформація про дебіторську заборгованість та оборотні активи загалом досліджувалась для цих підприємств за п’ять років (2002-2006). Сукупність спостережень була сформована за двома ознаками: просторовою та часовою і включає 20 лонгітюдних даних. На основі цих даних побудована ANCOVA - модель, що включає *dummy* – змінні. Без фіктивних змінних побудувати економетричну модель, яку можна було б використати у практичному менеджменті підприємств, неможливо.

Побудована економетрична модель на основі лонгітюдних даних має вигляд:

$$\hat{Y}_{e.ф.} = -316,05 + 779,44D_1 + 1394,93D_2 + 667,44D_3 + 0,09X_1 - 25,98X_2, \quad (14)$$

де  $\hat{Y}_{e.ф.}$  – вектор втрат прибутку для підприємств з видобутку флюсів, тис. грн.;

$X_1$  – вектор суми товарної дебіторської заборгованості, тис. грн.;

$X_2$  – вектор оборотності дебіторської заборгованості, дні;

$D_1, D_2, D_3$  - вектори фіктивних змінних, що характеризують відмінності вільних членів економетричних моделей наступних трьох підприємств у порівнянні з ВАТ „Докучаєвський ФДК”.

Проаналізуємо статистичну значущість оцінок параметрів моделі та моделі загалом. Вектор *t* – критеріїв запишеться:  $t = 91,89; 1,85; 2,57; 1,86; 6,88; 3,31$ .

Табличні значення критерію Ст’юдента при  $\alpha = 0,05$ ,  $\beta = 0,1$  і ступенях свободи  $\gamma = 14$  відповідно дорівнюють 2,14 і 1,76, оскільки всі значення вектора *t* перевищують табличні, то всі оцінки параметрів моделі (14) є статистично достовірними. Оцінки параметрів  $\hat{a}_0, \hat{b}_1, \hat{b}_3$  статистично достовірні з ймовірністю  $p =$

0,95, а оцінки параметрів  $\hat{b}_2, \hat{a}_1, \hat{a}_2$  - з ймовірністю  $p = 0,90$ . Коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,879$ , це означає, що зміна втрат чистого прибутку на 87,9% залежить від досліджуваних чинників. Критерій Фішера:  $F = 20,38$  підтверджує статистичну значущість економетричної моделі (14) загалом, оскільки це значення критерію перевищує табличне значення:  $F_{(0,05)табл} = 2,96$ .

На основі побудованої ANCOVA - моделі (14) запишемо систему економетричних моделей для кожного з підприємств групи:

$$\hat{Y}_{e.ф.}^{(1)} = -316,05 + 0,09X_1 - 25,98X_2 \quad (15)$$

$$\hat{Y}_{e.ф.}^{(2)} = 463,40 + 0,09X_1 - 25,98X_2 \quad (16)$$

$$\hat{Y}_{e.ф.}^{(3)} = 1078,88 + 0,09X_1 - 25,98X_2 \quad (17)$$

$$\hat{Y}_{e.ф.}^{(4)} = 351,40 + 0,09X_1 - 25,98X_2. \quad (18)$$

Порівнявши рівняння зв’язку (15-18), доходимо висновку, що у цих рівняннях змінюються лише вільні члени. Відмінність вільних членів моделей та однорідність підприємств, за якими вони розраховані перевіряємо на основі F – критеріїв.

1. Критерій для оцінювання статистичної значущості відмінностей вільних членів моделей:

$$F_1 = \frac{S_1 / (s - 1)}{S_2 / (ns - s - r + 1)} = 2,79$$

$$F(0,1; \gamma_1 = 3; \gamma_2 = 8) = 2,49.$$

2. Критерій для перевірки статистичної значущості відмінностей оцінок параметрів

моделі  $\hat{a}_i$ :

$$F_1 = \frac{S_2 / (sr - s - r + 1)}{S_4 / s(n - r)} = 8,30$$

$$F(0,5; \gamma_1 = 3; \gamma_2 = 12) = 3,49.$$

3. Критерій для перевірки однорідності економетричних моделей для всіх груп:

$$F_3 = \frac{(S_1 + S_3) / r(s - 1)}{S_4 / s(n - r)} = 33,48$$

$$F(0,5; \gamma_1 = 8; \gamma_2 = 12) = 2,84.$$

Оскільки  $F_1 > F_{(0,1)табл}$ , то відмінність вільних членів моделі є статистично значущою. Оскільки  $F_2 > F_{(0,05)табл}$ , то оцінки

параметрів моделі  $\hat{b}_1$ ,  $\hat{b}_2$ ,  $\hat{b}_3$  є статистично достовірними. Оскільки  $F_3 > F_{(0,05)табл}$ , то рівняння зв'язку (15-18) є статистично однорідними.

Подамо економічне тлумачення оцінок параметрів моделей (15-18). У всіх моделях  $\hat{a}_1 = 0,09$ , це означає, що при збільшенні суми товарної дебіторської заборгованості на 1 тис. грн. втрати чистого прибутку складають 0,09 тис. грн. при незмінному рівні оборотності заборгованості. А уповільнен-

ня оборотності товарної дебіторської заборгованості  $X_2$  збільшить втрати чистого прибутку з коефіцієнта 25,98 за умови, що сума товарної дебіторської заборгованості постійна.

Підставимо у систему моделей (15-18) значення товарної дебіторської заборгованості та період її оборотності, що дозволяє визначити втрати прибутку на основі розрахованих моделей. Зіставимо фактичні та розраховані значення втрат прибутку та покажемо їх динаміку на рис. 5.

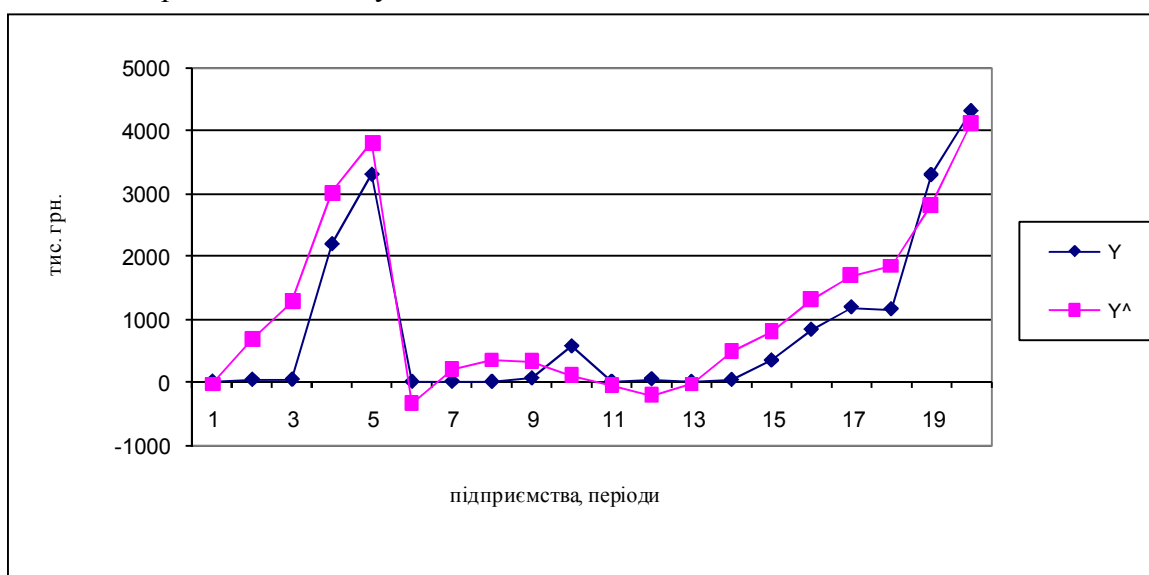


Рис. 5. Динаміка фактичних втрат прибутку через дебіторську товарну заборгованість (ряд  $Y$ ) та втрат прибутку на основі економетричної моделі (ряд  $\hat{Y}$ ) для підприємств з видобутку флюсів.

Як свідчать дані рис. 5, тенденція зміни фактичних значень втрат прибутку та втрат, розрахованих на основі економетричних моделей є однаковою, але окремі значення цих показників дещо відрізняються. Ці відхилення належать, перш за все, до підприємства - ВАТ „Докучаєвський ФДК” - розрахункові значення при однаковій тенденції зміни дещо вищі, ніж фактичні.

Побудована система моделей усереднює кількісні характеристики зв'язку і може бути застосована для практичного використання, оскільки при дослідженні зв'язку нами використана система статистичних

критеріїв, на основі яких доведена статистична достовірність цих характеристик.

**Висновки.** Підсумовуючи результати математичного моделювання в управлінні дебіторською заборгованістю підприємств гірничо-металургійного комплексу, наведемо основні результати:

1. Побудовані чотири системи економетричних моделей для кожного підприємства у межах кожної групи – підприємств закритого видобутку залізної руди, з видобутку флюсів та металургійних підприємств.

2. Виконано економічне тлумачення усіх характеристик зв'язку, показані напрями їх використання на практиці.

3. Розраховані рівняння зв'язку для кожного підприємства визначають залежність втрат чистого прибутку від суми дебіторської заборгованості за товари, роботи, послуги та періоду її оборотності або періоду оборотності простроченої товарної дебіторської заборгованості.

4. Підставивши прогнозовані значення наведених вище показників у отримані рівняння зв'язку, визначається частина прибутку, що знаходиться під ризиком. Це дозволяє обгрунтовано формувати страхові (резервні) фонди на підприємствах, мінімізувати втрати чистого прибутку через наявність дебіторської заборгованості.

---

#### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

---

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.
2. Басюк Т.П. Реструктуризація дебіторської заборгованості підприємства // Фінанси України, 2004. – № 12. – С. 115-123.
3. Білик М.Д. Управління дебіторською заборгованістю підприємств // Фінанси України, 2003. – № 12. – С. 24-36.
4. Грін, Вільям Г. Економетричний аналіз / Пер. з англ. – К.: Видавництво Соломії Павличко „Основи”, 2005. – 1197 с.
5. Коровіна З.П., Маглаперідзе А.С., Храпкіна В.В. Удосконалення методів прискорення розрахунків з покупцями продукції підприємства // Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ.- 2006. – № 8. – С. 47-50.
6. Лук'яненко І.Г., Краснікова Л.І. Економетрика: Підручник. – К.: Тов „Знання” КОО, 1998.
7. Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. Економетрія: Підручник. – Вид. 4-ге, доп.та перероб. – К.: КНЕУ. – 2006. – 528 с.
8. Нусинов В.Я. Основы экономической оценки эффективности деятельности предприятий в условиях кризиса платежей. – Кривой Рог: Минерал, 1997. – 190 с.