

## **ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА МАЛОГО БІЗНЕСУ**

**С. А. Щербініна, А. В. Рома**

**Полтавський національний технічний університет  
імені Юрія Кондратюка**

**Вступ.** Малий бізнес – це один з провідних секторів ринкової економіки, який значною мірою впливає на темпи економічного розвитку, структуру та якісну характеристику внутрішнього валового продукту й зайнятість населення. Розвиток малого бізнесу сприяє створенню та підтримці конкурентного середовища, що у свою чергу позначається на зниженні цін, підвищенні якості товарів і послуг.

Для підвищення ефективності роботи підприємства малого бізнесу потрібно регулювання виробничо-господарської діяльності підприємства та її аналіз. За результатами аналізу доходу, собівартості та інших економічних показників можуть бути прийняті конкретні рішення щодо регулювання процесу виробництва. Складання обґрунтованої програми фінансово-економічної діяльності підприємства малого бізнесу потребує використання методів економіко-математичного моделювання, які дозволяють зробити достовірний прогноз розвитку підприємства.

**Огляд останніх досліджень і публікацій.** Окремі аспекти вивчення моделювання економічних процесів підприємств малого бізнесу знайшли відображення в наукових працях В.Б. Васюти [1], М.Я. Квика й Г.Г. Цегелика [2], В.М. Порохні та М.Г. Пивоварова [3], В.В. Вітлинського й О.В. Піскунова [4], В.С. Дубинина й Н.В. Черевика [5] та інших.

Проте розвиток малого підприємства в сучасних умовах потребує глибокого і всебічного аналізу основних показників його діяльності та факторів, що на них впливають. Метою даної роботи є розробка

економіко-математичних моделей залежності доходу та собівартості від впливу інших економічних показників для конкретного підприємства малого бізнесу Полтавського регіону.

**Постановка завдання.** Аналіз взаємозв'язків основних економічних показників діяльності підприємства малого бізнесу та прогнозування їх значень на майбутній період є завданням даного дослідження. Інформаційна база дослідження створена на підставі квартальної звітності ТОВ «СТОП» за 2007-2012 рр., що займається наданням ремонтно-будівельних послуг.

**Основний матеріал та результати.** Важливим показником діяльності підприємства є розмір його доходу, що відображає кількість наданих послуг підприємством у грошовому вимірі за певний період часу. Дохід – це валове надходження економічних вигід протягом періоду, що виникає в ході звичайної діяльності суб'єкта господарювання, коли власний капітал зростає в результаті цього надходження, а не в результаті внесків учасників власного капіталу [6]. Побудова економіко-математичної моделі залежності доходу від факторів впливу, дає можливість визначити обсяг наданих послуг на майбутній період, що актуально для планування діяльності підприємства.

При аналізі економічної ефективності виробництва, доцільно дослідити собівартість продукції. Собівартість промислової продукції (робіт, послуг) - це виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на її виробництво і збут. Витрати на виробництво утворюють виробничу (заводську) собівартість, а витрати на виробництво і збут – повну собівартість продукції [7]. Від її рівня залежать як рентабельність окремих видів наданих послуг, так і фінансові результати діяльності підприємства в цілому, темпи розширеного виробництва, фінансовий стан суб'єкта економіки.

Для побудови та реалізації моделей взаємозв'язків основних економічних показників використовуємо пакет прикладної програми STATISTICA 6.0 – це універсальна інтегрована система, призначена для статистичного аналізу та обробки даних [8].

Регресійний аналіз (англ. regression analysis) – це метод визначення відокремленого і спільного впливу факторів на результативну ознаку та кількісної оцінки цього впливу шляхом використання відповідних критеріїв. Він проводиться на основі побудованого рівняння регресії і визначає внесок кожної незалежної змінної у варіацію досліджуваної (прогнозованої) залежної змінної величини. Рівняння регресії показує, як в середньому змінюється результативна ознака під впливом зміни факторних ознак [9].

Оберемо три економічних показники діяльності підприємства (предиктори), що мають тісний зв'язок з доходом ( $Y_1$ ): собівартість наданих послуг ( $X_1$ ), основні засоби ( $X_2$ ) та сума оборотних активів ( $X_3$ ). Вихідні дані наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Дані квартальної звітності ТОВ «СТОП» за 2007-2012 рр., тис. грн.

Період	Дохід	Собівартість наданих послуг	Витрати на оплату праці	Основні засоби	Сума оборотних активів	Період	Дохід	Собівартість наданих послуг	Витрати на оплату праці	Основні засоби	Сума оборотних активів
<b>2007</b>	1843,5	894,3	82,5	24,9	89,4	<b>2010</b>	75,2	18,9	33,9	10,7	87,4
II	2474,2	971,1	104,7	36,7	117,2	II	60,4	28,9	52,6	9,5	64,6
III	2159,9	1278,5	148,2	37,7	154,5	III	157,6	26,7	57,8	14,3	128,5
IV	1751,4	983,1	88,6	25,6	107,8	IV	168,5	40,8	79,4	27,3	152,1
<b>2008</b>	1896,4	406,3	89,3	20,5	123,5	<b>2011</b>	2458,5	1708,3	12,7	5,6	81,6
II	2463,2	459,5	134	27	211,3	II	2680,4	2015,2	19,7	7,8	97,6
III	2889,8	521,4	186,8	33,2	328,4	III	3438,6	2654,4	28,5	18,7	114,5
IV	2106,7	389,6	101,9	20,5	186,7	IV	1967,2	1836,2	13,6	9,2	86,3
<b>2009</b>	967,1	118,3	126,7	29,7	204,2	<b>2012</b>	2978,7	2316,7	23,9	77,3	577,3
II	1421,3	136	132,3	35,6	259,3	II	3786,7	2541,2	29,8	92,3	793,4
III	765,4	85,5	97,4	18,3	120,1	III	4126,5	3354,5	47,2	178,2	835,4
IV	646,4	63,5	84,6	14	88,3	IV	2902,6	2790,1	29,5	129,5	571,2

Для виконання поставленої задачі застосуємо метод фіксованої нелінійної регресії, оберемо залежні й незалежні змінні й визначимо компоненти нелінійної регресії, вибір яких базується на кореляційному

аналізі. В результаті моделювання отримано таке рівняння нелінійної множинної регресії:

$$Y_1 = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot \ln(x_1) + b_5 \cdot \ln(x_2) + b_6 \cdot \ln(x_3), \text{ де (1)}$$

$b_0$  – вільний член рівняння;  $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$  – розрахункові коефіцієнти рівняння регресії.

Результати оцінювання параметрів рівняння множинної нелінійної регресії наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Підсумкова статистика для стандартної регресії

Итоги регрессии для зависимой переменной: Y <sub>1</sub> (дані.ста)						
R= ,96142740 R <sup>2</sup> = ,92434266 Скорректир. R <sup>2</sup> = ,89764006						
F(6,17)=34,616 p<,00000 Станд. ошибка оценки: 379,92						
N=24	БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(17)	p-уров.
Св. член			-3457,29	1859,483	-1,85928	0,080385
X <sub>1</sub>	-0,067806	0,227820	-0,08	0,254	-0,29763	0,769593
X <sub>2</sub>	-0,043903	0,269555	-1,25	7,672	-0,16287	0,872538
X <sub>3</sub>	0,186843	0,367387	0,98	1,936	0,50857	0,617588
LN-V2	0,859878	0,174810	602,21	122,427	4,91894	0,000130
LN-V3	-0,148711	0,231122	-203,82	316,765	-0,64343	0,528529
LN-V4	0,280720	0,327214	444,70	518,348	0,85791	0,402877

Таблиця містить стандартизовані (БЕТА) і не стандартизовані (В) регресійні коефіцієнти, їх стандартні помилки й рівні значимості. Коефіцієнт множинної кореляції  $R = 0,96$ , коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,92$ , значення F-критерія  $F_{роз} (34,61) > F_t (6,17)$ . Отже, залежність між результативною ознакою і предикторами висока ( $R^2 > 0,9$ ); побудована нелінійна регресія адекватно описує дану залежність, вільний член є статистично значимим.

Величина *Бета* дає змогу визначити вклади кожного з предикторів. Так, в залежну змінну дохід великий вклад вносять оборотні активи ( $X_3=0,1868$ ), собівартість наданих послуг й основні засоби близькі за значенням ( $X_1 = -0,0678$ ;  $X_2 = -0,0439$ ). Від'ємний знак коефіцієнтів при змінних означає, що зі збільшенням собівартості наданих послуг та основних засобів зменшуються доходи підприємства.

Рівняння нелінійної множинної регресії використано для прогнозу доходу на майбутній період, визначено значення предикторів на прогнозований період (рис.1) та отримано результати передбачення (рис.2).

Рисунок 1 – Вікно введення значень незалежних змінних

Переменная	В-Вес	Значение	В-Вес * знач.
X <sub>1</sub>	-0,076	2400,000	-181,54
X <sub>2</sub>	-1,250	80,000	-99,96
X <sub>3</sub>	0,984	600,000	590,62
LN-V2	602,212	7,783	4687,01
LN-V3	-203,816	4,382	-893,12
LN-V4	444,695	6,397	2844,71
Св. член			-3457,29
Предсказ.			3490,43
-95,0%ДП			3052,65
+95,0%ДП			3928,20

Рисунок 2 –Прогнозні значення на наступний період

Отже, доход на наступний період буде мати значення 3490,43 тис. грн. з 95%-м довірчим інтервалом (3052,65 тис. грн.; 3928,2 тис. грн.).

Однією з умов коректного застосування регресійного аналізу є відповідність закону розподілу залишків нормальному закону. Дана гіпотеза перевіряється за допомогою нормальних імовірнісних графіків (рис.3).

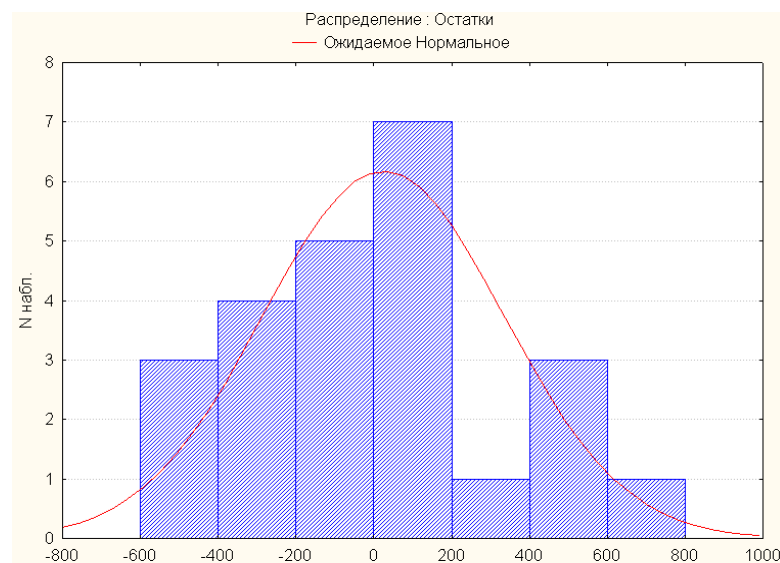


Рисунок 5 – Гістограма розподілу залишків нормальному закону

На осі X на графіку наведено спостереження, а по осі Y – інтервали. Для того, щоб припущення про нормальний розподіл залишків було вірним, потрібно щоб, досліджувані значення потрапляли на пряму лінію. Якщо навпаки, то на графіку спостерігатиметься сильне відхилення від прямої. З побудованого графіка видно, що є відхилення розподілу залишків, але воно несуттєве, тому гіпотеза про розподіл залишків за нормальним законом приймається.

Отже за розрахунками ми отримали модель відображення функціональної залежності доходу від трьох економічних показників, яка має наступний вигляд:

$$Y_1 = - 3457,29 - 0,076 \cdot X_1 - 1,25 \cdot X_2 + 0,984 \cdot X_3 + 602,21 \cdot \ln(X_1) - 203,82 \cdot \ln(X_2) + 444,69 \cdot \ln(X_3) \quad (2)$$

Враховуючи отримані залежності між доходом та факторами впливу можна зробити такі висновки. Збільшення оборотних активів, до певного оптимального, спричиняє підвищення доходу. Подальше зростання оборотних активів, приводить до того, що підприємство матиме в своєму розпорядженні вільні активи, утримання яких призводить до витрат і відповідному зниженню доходу від наданих послуг. Зменшення собівартості наданих послуг зумовлює збільшення доходу. Введення в дію нових основних засобів, а також їх модернізація або реконструкція призводить до зменшення доходу. Коефіцієнт кореляції даної моделі рівний (0,96), а отже вона є адекватною і її можна застосовувати для економічного аналізу діяльності підприємства.

Для подальшого дослідження побудуємо модель залежності собівартості наданих послуг ( $Y_2$ ) від основних засобів ( $X_2$ ) та витрат на оплату праці ( $X_4$ ) (табл.1). В результаті моделювання отримано таке рівняння нелінійної множинної регресії:

$$Y_2 = b_0 + b_1 \cdot x_2 + b_2 \cdot x_4 + b_3 \cdot \ln(x_2) + b_4 \cdot \ln(x_4), \text{ де} \quad (3)$$

$b_0$  – вільний член рівняння;  $b_1, b_2, b_3, b_4$  – розрахункові коефіцієнти рівняння регресії.

Результати оцінювання параметрів рівняння множинної нелінійної регресії наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Підсумкова статистика для стандартної регресії

N=24	Итоги регрессии для зависимой переменной: Y <sub>2</sub> (дані.ста) R= ,90076475 R2= ,81137713 Скорректир. R2= ,77166706 F(4,19)=20,433 p<,00000 Станд. ошибка оценки: 508,64					
	БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(19)	p-уров.
Св. член			4985,58	1317,940	3,78285	0,001258
X <sub>2</sub>	0,25276	0,304393	6,45	7,766	0,83039	0,416632
X <sub>4</sub>	0,58430	0,310840	12,98	6,905	1,87976	0,075566
LN-V3	0,42895	0,307816	526,98	378,167	1,39352	0,179551
LN-V5	-1,23110	0,317983	-1678,99	433,672	-3,87157	0,001027

За розрахунками отримано такі результати:

- коефіцієнт кореляції  $R = 0,9$ ;
- коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,81$ ;
- значення F-статистики  $F_{роз} (20,433) > F_t (4,19)$ ,

Таким чином, можна відзначити, що залежність між результативною ознакою і предикторами висока ( $R^2=0,9$ ); побудована нелінійна регресія адекватно описує дану залежність, вільний член є статистично значимим.

За значенням величини Бета визначено вклади предикторів у залежну змінну собівартість наданих послуг, а саме: витрати на оплату праці ( $X_4=0,58$ ), а основні засоби ( $X_2 = 0,2527$ ). Отримано величину коефіцієнтів незалежних змінних та вільний член у стовпці «В».

Рівняння нелінійної множинної регресії застосовано для прогнозу собівартості наданих послуг на майбутній період, визначено значення предикторів та отримано результати передбачення (рис. 6-7). В таблиці вказаний прогноз: собівартості наданих послуг на наступний квартал буде мати значення 2730,73 тис. грн. з 95%-м довірчим інтервалом (2102,42 тис. грн.; 3359,04 тис. грн.).

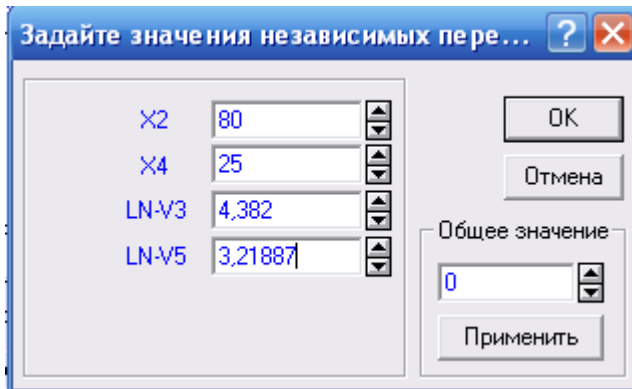


Рисунок 6 – Вікно введення значень незалежних змінних

Переменная	В-Вес	Значение	В-Вес * знач.
$X_2$	6,45	80,00000	515,89
$X_4$	12,98	25,00000	324,48
LN-V3	526,98	4,38200	2309,24
LN-V5	-1678,99	3,21887	-5404,46
Св. член			4985,58
Предсказ.			2730,73
-95,0%ДП			2102,42
+95,0%ДП			3359,04

Рисунок 7 –Прогнозні значення на наступний період

Однією з умов коректного застосування регресійного аналізу є відповідність закону розподілу залишків – нормальному закону. Гістограму залишків наведено на (рис. 8).

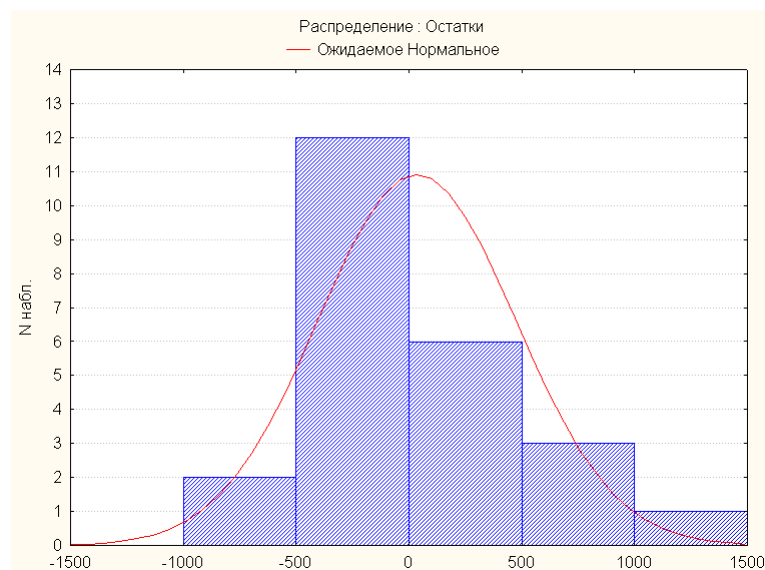


Рисунок 10 – Гістограма розподілу залишків нормальному закону

З побудованого графіка видно, що є відхилення розподілу залишків, але воно є несуттєве, тому гіпотеза вважається прийнятною. Отже, за розрахунками ми отримали модель відображення функціональної залежності собівартості наданих послуг від двох економічних показників, яка має наступний вигляд:



$$Y_2 = 4985,58 + 6,45 \cdot X_2 + 12,98 \cdot X_4 + 526,98 \cdot \ln(X_2) - 1678,99 \cdot \ln(X_4) \quad (4)$$

Залежність відгуку від предикторів відповідає їх реальному опису і свідчить про те, що збільшення витрат на оплату праці або основних засобів призводить до збільшення собівартості наданих послуг. Дана модель адекватна і вона конкретно описує залежності наявних факторів і її можна застосовувати для економічного аналізу на даному підприємстві.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження було розроблено моделі множинної нелінійної регресії залежності доходу та собівартості ремонтно-будівельних послуг підприємства ТОВ «СТОП» від факторів впливу з метою прогнозування і ефективного управління діяльністю об'єктом малого бізнесу. Наведену методику дослідження можна застосовувати для залежності економічних показників від різних факторів впливу та для інших підприємств малого бізнесу.

### Список використаної літератури

1. Васюта В.Б. Розвиток малого підприємництва в Україні у 2004 р. // Економіка і регіон . – 2005. – №4(7). – С. 93–96.
2. Квик М.Я. Моделювання та прогнозування динаміки розвитку малих підприємств у регіонах України / М.Я. Квик, Г.Г. Цегелик // Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць. – Львів: НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.1. – 308 с.
3. Порожня В.М Сценарне моделювання частки малих підприємств у валовому внутрішньому продукті України / В.М. Порожня, М.Г. Пивоваров // Науково-виробничий журнал «Держава і регіони» серія: Економіка та підприємництво 2011 р., № 5. – 220 с.
4. Вітлінський В. В. Моделювання та управління розвитком малого підприємництва / В. В. Вітлінський, О. В. Піскунова // Вчені записки [Електронний ресурс] : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України,

ДВНЗ "Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана" ; відп. ред. А. Ф. Павленко. – 2012. – Вип. 14. – Ч. 1.– С. 261-268.

5. Черевик Н.В. Оптимізація продукції малого підприємства з використанням економіко-математичного моделювання / Н.В Черевик, В.С. Дубина // Електронне наукове фахове видання ДДАУ України «Ефективна економіка». – Дніпропетровськ: ДДАУ України – 2011 р., № 5. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.economy.nauka.com.ua>

6. Міжнародний стандарт бухгалтерського обліку 18 (МСБО 18). Дохід IASB; Стандарт, Міжнародний документ від 01.01.2012 [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/929\\_025](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/929_025).

7. Гетьман О.О. Економіка підприємства: Навчальний посібник [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://pidruchniki.ws/10480304/ekonomika/ponyattya\\_sobivartosti\\_produktsiyi](http://pidruchniki.ws/10480304/ekonomika/ponyattya_sobivartosti_produktsiyi).

8. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных: Бином-Пресс ISBN 978-5-9518-0215-6; 2007. 512 с.

9. Купалова Г.І. Теорія економічного аналізу: Навчальний посібник [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://pidruchniki.ws/13590421/ekonomika/osnovni\\_termini\\_teoriya\\_ekonomichnogo\\_analizu](http://pidruchniki.ws/13590421/ekonomika/osnovni_termini_teoriya_ekonomichnogo_analizu).

УДК 519.86

**Щербініна Світлана Адамівна**, асистент кафедри економічної кібернетики, **Рома Андрій Валерійович**, студент Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. **Економіко-математичне моделювання основних показників діяльності підприємства малого бізнесу.** Побудовано моделі множинної нелінійної регресії доходу й собівартості наданих послуг у вигляді функціональних залежностей від окремих економічних показників. На їх основі визначено

прогнозні значення доходу й собівартості реалізованої продукції на майбутній період для ефективного планування діяльності підприємства.

**Ключові слова:** економіко-математична модель, дохід, собівартість наданих послуг, множинна нелінійна регресія, F-статистика.

УДК 519.86

**Щербинина Светлана Адамовна**, асистент кафедри економічної кібернетики, **Рома Андрей Валерьевич**, студент Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. **Экономико-математическое моделирование основных показателей деятельности предприятия малого бизнеса.** Построены модели множественной нелинейной регрессии дохода и себестоимости предоставленных услуг в виде функциональных зависимостей от отдельных экономических показателей. На их основе определено прогнозные значения дохода и себестоимости реализованной продукции на будущий период для эффективного планирования деятельности предприятия.

**Ключевые слова:** экономико-математическая модель, доход, себестоимость предоставленных услуг, множественная нелинейная регрессия, коэффициент корреляции, коэффициент детерминации, f-статистика

UDC 519.86

**Shcherbinina Svetlana Adamovna**, assistant of department of economic cybernetics, **Roma Andrey Valeriyovich**, student of Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuka. **Economic-mathematical modeling of the main indicators of small businesses.** A model of multiple non-linear regression of income and the cost of services provided in the form of functional

dependencies on certain economic indicators. Based on them, predicted values of income and cost of sales for the next period for the effective planning of the company.

**Keywords:** economic and mathematical model, income, cost of services, multiple non-linear regression, correlation coefficient, coefficient of determination, F-statistics.