

**Okara D. V.**

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

**Sharai N. V.**

Odessa I.I. Mechnikov National University

**Shynkarenko V. M.**

Odessa National Economic University

## ANALYSIS OF THE STATUS AND PREDICTION OF SHEEP BREEDING DEVELOPMENT IN THE ODESSA REGION

### Summary

The article analyses the state of the sheep-breeding industry in the Odessa region for the period from 2008 to 2015. The study is carried out using statistical methods, regression and correlation analysis with the use of programming tools. Econometric models are constructed and the forecast of sheep breeding development in the Odessa region is carried out. Using the results of the study, proposals concerning anti-crisis measures aimed at the development of the industry are made.

**Key words:** sheep breeding, agricultural enterprises, farming, econometric model, forecasting.

УДК 658.3977

**Скрильник І. І.**

**Петренко Ю. В.**

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

## ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНИХ МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВАЛОВОГО ПРИБУТКУ ПАТ «ПОЛТАВСЬКИЙ ТУРБОМЕХАНІЧНИЙ ЗАВОД»

У статті розглядається побудова прогнозу валового прибутку підприємства на 2016 р. на основі адаптивних методів та моделей. Визначено метод, що дав оптимальний результат якості прогнозу. На основі наукових принципів доведено адекватність отриманих результатів. Робота носить прикладний характер і може застосовуватися у сфері економічної діяльності підприємств різної форми власності, а також використовуватися у навчальному процесі.

**Ключові слова:** валовий прибуток, модель, динамічна регресія, прогноз, адекватність моделі.

**Постановка проблеми.** Однією з умов подолання кризових явищ в економіці України є пріоритетний розвиток основних галузей, передусім машинобудування. Машинобудування посідає значне місце у світовій промисловості як за вартістю виробленої продукції (понад 1/3), так і за кількістю зайнятих (80 млн осіб). Недостатня увага до машинобудівного сектору створює певний дисбаланс в економіці, гальмує її прогрес. Дослідження економічних процесів машинобудівних підприємств за допомогою економіко-математичного моделювання, прогнозування, застосування новітніх інформаційних технологій дає змогу оцінити рівень ефективності діяльності підприємства за минулий період та спрогнозувати стан підприємства на майбутні періоди.

Прогнозування валового прибутку таких підприємств є актуальним завданням, оскільки це допомагає ефективному управлінню виробничими процесами, залученню інвесторів, складанню перспективних планів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Існує велика кількість наукових праць українських та зарубіжних учених, спеціалістів, присвячених дослідженню, прогнозуванню економічних та фінансових показників підприємства. Визначенню доцільності та ефективності здійснення прогнозування показників економічної діяльності приділили увагу у своїх працях такі українські вчені, як К.І. Редченко [1, с. 142–148], Т.В. Головка [2, с. 150], Ю.І. Ільєнко, Г.В. Шершньова [3], Н.Ф. Алексєєва [4, с. 120–123], О.І. Яшкіна

[5, с. 210–213]. Методи і моделі прогнозування висвітлювалися у працях О.Є. Ширягіна [6, с. 251–263], І.С. Кондіуса [7]. Прогнозування економічних показників на основі дослідження тренд-сезонних процесів розглядалося І.І. Скрильник, М.В. Замашкою [8, с. 117–122], Р.М. Окань [9, с. 166–173].

**Мета статті** полягає у дослідженні на основі економіко-математичного аналізу побудованої прогновної моделі валового прибутку ПАТ «Полтавський турбомеханічний завод».

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Побудова прогнозу валового прибутку підприємства здійснювалася на основі адаптивної моделі Хольта-Муїра та методу динамічної регресії з початковою умовою. Адаптивні методи та моделі мають такі властивості:

– вони застосовуються для широкого кола задач;

– адаптивне прогнозування не потребує великого обсягу інформації, воно базується на інтенсивному аналізі інформації, що міститься в окремих часових рядах;

– модель, що описує структуру показника та його динаміку, як правило, відрізняється ясністю та простотою математичного формулювання;

– неоднорідність часових рядів та їх зв'язків знаходить відображення в адаптивній еволюції параметрів або навіть структурі моделей.

**Постановка завдання.** За заданими значеннями ПАТ «Полтавський тербомеханічний завод» (табл. 1) побудувати прогноз валового прибутку підприємства на 2016 р. На основі еконо-

міко-математичного аналізу дослідити отримані результати на адекватність. Під час побудови прогнозних значень прибутку необхідно враховувати рівень інфляції в країні за 2012–2015 рр. порівняно з базовим 2012 р. (табл. 2) [10].

**Застосування адаптивної моделі Хольта-Муїра.** Щоб розрахувати прогноз за моделлю Хольта-Муїра, потрібно: розрахувати експоненціально-згладжений ряд (1); визначити значення тренду (2):

$$L_t = \alpha \cdot Y_t + (1 - \alpha) \cdot Y_{t-1}; \quad (1)$$

$$T_t = \beta \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1}, \quad (2)$$

де  $L_t$  – згладжена величина на поточний період;  $Y_t$  – коефіцієнт згладжування ряду; – поточне значення ряду;  $L_{t-1}$  – згладжена величина за попередній період;  $Y_{t-1}$  – значення тренду за попередній період,  $\beta$  – коефіцієнт згладжування тренду. Коефіцієнти згладжування задаються вручну і знаходяться в діапазоні від 0 до 1.

Прогноз обчислюється за формулою (3):

$$Y_{t+p} = L_t + \left(\frac{1}{\alpha} + p - 1\right) \cdot T_t, \quad (3)$$

де  $\hat{Y}_{t+p}$  – прогноз за методом Хольта-Муїра на період;  $L_t$  – експоненціально згладжена величина за останній період;  $p$  – порядковий номер періоду, на який робимо прогноз;  $T_t$  – тренд за останній період [9, с. 166–173].

Розрахунки проводилися у програмі Microsoft Excel (рис. 1). Побудовані прогнозні значення на основі адаптивної моделі Хольта-Муїра мають точність 99,73% за коефіцієнтах згладжування ряду та тренду  $\alpha = 1 \cdot \beta = 1$ .

Побудовано графіки фактичних даних валового прибутку підприємства та тренда з прогнозом на 2016 р. (рис. 2).

**Застосування адаптивного методу динамічної регресії.** Для даної моделі початковий коефіцієнт згладжування визначено за формулою Брауна,. Друге прогнозне значення обчислено за формулою (4):

$$\bar{y}_2 = y_1 + \alpha(y_2 - \bar{y}_1) = \alpha y_2 + (1 - \alpha) \bar{y}_1. \quad (4)$$

Для кожного наступного періоду прогнозне значення розраховується на основі попереднього значення (5):

$$\bar{y}_{i+1} = \alpha \cdot y_{i+1} + (1 - \alpha) \cdot \bar{y}_i. \quad (5)$$

Параметр  $\alpha$  змінюється динамічно. Для обчислення його наступних значень визначаються помилки прогнозу на два періоди та на один період (6):

$$y_{t+2} - \bar{y}_t; y_{t+1} - \bar{y}_t; \quad (6)$$

Шукану оцінку для параметра  $\alpha$  у момент часу розраховуємо за формулою (7):

$$\alpha_t = \frac{\sum_{t=1}^T (y_{t+2} - \bar{y})(y_{t+1} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^T (y_{t+1} - \bar{y})^2}. \quad (7)$$

Прогнозні значення показника визначаються на основі отриманого останнього значення  $\alpha$  [11, с. 98–102]:

Таблиця 1  
Валовий прибуток ПАТ «Полтавський турбомеханічний завод»

Квартали	Роки				
	2012	2013	2014	2015	2016
	тис. грн.				
1	82938,0	87928,0	95273,0	102374,0	Прогноз
2	84384,0	90568,0	95981,0	118273,0	
3	85129,0	93128,0	96129,0	120394,0	
4	85769,0	94487,0	97756,0	140211,0	

Таблиця 2  
Коефіцієнти інфляції за 2012–2015 рр.

2012				2013			
0,029	0,011	-0,001	-0,009	0,020	-0,025	-0,023	-0,018
2014				2015			
0,010	0,060	0,115	0,195	0,292	0,698	0,725	0,753

	A	B	C	D	E	F	I	J	K	L	M
1	a= 1						Оцінка точності прогнозу на 1 період вперед				
2	b= 1										
3	рік	період	валовий прибуток, тис. грн.	валовий прибуток (перераховано відносно 2012 р.), тис. грн.	Lt, експоненціально-згладжений ряд	Tt, значення тренду	прогноз на 1 період аналізу	похибка моделі	відхилення похибки	Точність прогнозу	Ряд з моделлю прогнозу, Yt+p = Lt+p*Tt
4	2012	1	82938,0	82938,00	82938	0	82938,00			99,73%	82938,00
5		2	84384,0	84384,00	84384,00	1446,00	82938,00	1446,00	0,000		82938,00
6		3	85129,0	85129,00	85129,00	745,00	85830,00	-701,00	0,000		85830,00
7		4	85769,0	85769,00	85769,00	640,00	85874,00	-105,00	0,000		85874,00
8	2013	1	87928,0	88905,97	88905,97	3136,97	86409,00	2496,97	0,001		86409,00
9		2	90568,0	91853,96	91853,96	2947,99	92042,93	-188,98	0,000		92042,93
10		3	93128,0	94259,11	94259,11	2405,15	94801,95	-542,84	0,000		94801,95
11		4	94487,0	95345,11	95345,11	1086,00	96664,26	-1319,16	0,000		96664,26
12	2014	1	95273,0	95655,62	95655,62	310,52	96431,10	-775,48	0,000		96431,10
13		2	95981,0	89201,67	89201,67	-6453,95	95966,14	-6764,47	0,006		95966,14
14		3	96129,0	85220,74	85220,74	-3980,93	82747,72	2473,02	0,001		82747,72
15		4	97756,0	81327,79	81327,79	-3892,96	81239,82	87,97	0,000		81239,82
16	2015	1	102374,0	76684,64	76684,64	-4643,14	77434,83	-750,19	0,000		77434,83
17		2	118273,0	68843,42	68843,42	-7841,22	72041,50	-3198,08	0,002		72041,50
18		3	120394,0	68993,70	68993,70	150,27	61002,20	7991,50	0,013		61002,20
19		4	140211,0	79260,03	79260,03	10266,34	69143,97	10116,06	0,016		69143,97
20	2016										89526,37
21											99792,71
22											110059,05
23											120325,38

Рис. 1. Розрахунок прогнозних значень валового прибутку підприємства на 2016 р. (за моделлю Хольта-Муїра)

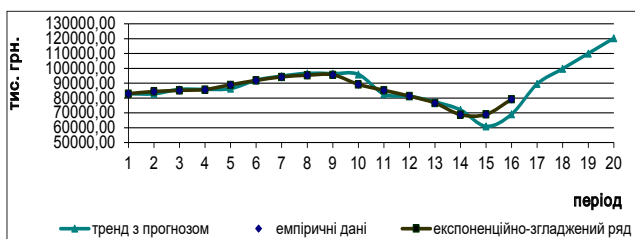


Рис. 2. Графік валового прибутку підприємства на 2016 р. (на основі моделі Хольта-Муїра)

$$y_{t+1} = y_t \cdot \alpha_t + (1 - \alpha_t) y_{t-1}; \quad (8)$$

$$y_{t+2} = y_{t+1} \cdot \alpha_t + (1 - \alpha_t) y_t.$$

Для визначення початкового значення використана середня арифметична, розрахована за трьома першими значеннями рівнів вихідного часового ряду.

За таких параметрів точність прогнозу дорівнює 99,93% (рис. 3).

Побудовано графіки фактичних даних валового прибутку підприємства та тренда з прогнозом на 2016 р. (рис. 4).

Найкращих результатів отримано за допомогою методу динамічної регресії з початковою умовою  $Y_{поч.} = Y_{сер.}$

Перевірку адекватності отриманих результатів було проведено на основі аналізу компоненти  $\varepsilon_t = y_t - f(t)$ , ( $t = 1, 2, \dots, n$ ) яка повинна задовольняти таким властивостям:

- випадковість коливань рівнів залишкової послідовності;
- рівність математичного очікування випадкової компоненти нулю;
- відповідність розподілу випадкової компоненти нормальному закону розподілу;
- незалежність значень рівнів випадкової компоненти.

Усі властивості повинні виконуватися одночасно [11, с. 210–220].

У роботі випадковість коливань рівнів залишкової послідовності досліджується за допомогою критерію піків. Адекватність моделі визначається нерівністю  $p > p_{кр.}$ , де  $p_{кр.}$  обчислюється за формулами (9, 10):

$$p_{кр.} = \left[ \bar{p} - 1,96 \sqrt{\sigma_p^2} \right], \quad (9)$$

$$\bar{p} = 2(n - 6) / 3, \quad \sigma^2 = (16n - 29) / 90. \quad (10)$$

Рівність математичного очікування випадкової компоненти нулю визначається за допомогою t-критерія Стьюдента (11):

$$t_p = \bar{\varepsilon} / \sqrt{n} / S, \quad (11)$$

де  $\bar{\varepsilon}$  – математичне сподівання;  $S$  – стандартне відхилення.

Отримані результати було порівняно з його табличним значенням. Якщо  $t_p < t_{табл.}$ , то модель вважається адекватною.

За допомогою RS-критерія було визначено відповідність розподілу випадкової компоненти нормальному закону розподілу (12):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Рік	Квартал	Рівні	Валовий прибуток, тис. грн.	Прогнозні значення, Yp	(Yt-Yp)*2	Похибка прогнозу на два періоди	Похибка прогнозу на один період	Добуток похибок	квадрат відхилень	alfa	Похибка моделі	Середньоквадратичне відхилення
1													
2		1	1	82938,00	84150,33	1469752,11						-1212,33	0,0002
3		2	2	84384,00	84177,82	42508,74					0,12	206,18	0,0000
4		3	3	85129,00	88161,64	9196894,74	978,67	233,67	228681,78	54600,11	4,19	-3032,64	0,0013
5		4	4	85769,00	83816,57	3811991,44	1591,18	951,18	1513489,62	904736,68	1,82	1952,43	0,0005
6		1	5	88905,97	83787,07	26203048,79	744,33	-2392,64	-1780906,14	5724717,79	-0,01	5118,89	0,0033
7		2	6	91853,96	93903,90	4202260,74	8037,39	5089,40	40905462,63	25901970,04	1,25	-2049,94	0,0005
8		3	7	94259,11	94359,80	10138,11	10472,04	8066,88	84476661,82	65074570,95	1,28	-100,69	0,0000
9		4	8	95345,11	95627,93	79987,89	1441,21	355,21	511935,13	126175,77	1,29	-262,82	0,0000
10		1	9	95655,62	95663,68	63,32	1295,62	985,31	1276787,31	970832,74	1,29	-7,96	0,0000
11		2	10	89201,67	87356,78	3403621,84	-6426,25	27,70	-177976,56	767,03	1,29	1844,89	0,0004
12		3	11	85220,74	84401,08	671857,17	-10442,84	-6461,91	67480627,59	41756240,42	1,38	819,67	0,0001
13		4	12	81327,79	80009,40	1738147,06	-6029,00	-2136,04	12878159,28	4562655,96	1,43	1318,39	0,0003
14		1	13	76684,64	75038,53	2709694,86	-7716,43	-3073,29	23714822,01	9445103,54	1,50	1646,12	0,0005
15		2	14	68843,42	65005,52	14729508,59	-11165,98	-3324,75	37124133,28	11053994,30	1,62	3837,90	0,0031
16		3	15	68993,70	70981,27	3950440,33	-6044,83	-6195,11	37448383,37	38379344,89	1,60	-1987,57	0,0008
17		4	16	79260,03	80527,89	1607459,23	4221,50	-6195,11	-26152671,98	38379344,89	1,16	-1267,86	0,0003
18		1			82905,07								0,0007
19		2			84731,15							точність	99,93%
20		3			85374,86								
21		4			85753,10								

Рис. 3. Розрахунок прогнозних значень валового прибутку підприємства на 2016 р. (на основі методу динамічної регресії)



Рис. 4. Графік валового прибутку підприємства на 2016 р. (на основі методу динамічної регресії)



Рис. 5. Графік прогнозу валового прибутку ПАТ «Полтавський турбомеханічний завод»

Таблиця 3

## Перевірка адекватності прогнозової моделі валового прибутку на основі методу динамічної регресії

Метод	Умова випадковості залишків	Умова рівності математичного сподівання 0	Нормальне розподілення рівнів залишків	Відсутність автокореляції
Метод динамічної регресії з початковою умовою $Y_{поч.} = Y_{сер.}$	Виконується. $p = 10,$ $10 > -20.$	Виконується. $t_{розра.} < t_{табл.},$ $0,86 < 2,13.$	Виконується. $R/S_{спост.} = 4,1,$ $3,18 < 4,1 < 4,49.$	Виконується. $d = 2,05;$ $d_1 = 1,2;$ $d_2 = 1,41.$ $2,05 > 1,41.$

$$R = \varepsilon_{\max} - \varepsilon_{\min}; S = \sqrt{\sum \varepsilon_t^2 / (n-1)}. \quad (12)$$

Значення  $R/S$  порівнювалися з табличними нижніми та верхніми границями цього відношення. Якщо значення попадає в інтервал між критичними границями, то гіпотеза про адекватність моделі приймається.

Незалежність значень рівнів випадкової компоненти встановлено на основі критерія Дарбіна-Уотсона (13):

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{t=2}^n \varepsilon_t^2}. \quad (13)$$

Розрахункове значення порівнюється з табличними критичними значеннями. Якщо  $d > d_2$ , то гіпотеза про незалежність рівнів залишкової послідовності приймається, тобто трендова модель адекватна. Якщо  $d_1 < d$ , то ця гіпотеза відкидається і модель неадекватна. За значень  $d_1 < d > d_2$  не можна зробити той або інший висновок. Усі ці умови повинні виконуватися одночасно. У таблиці представлено розрахунки адекватності отриманих результатів (табл. 3).

Розрахунки показали, що всі умови адекватності виконуються одночасно. Отже, отримана прогнозна модель є адекватною.

Побудовано графік фактичних даних, валового прибутку підприємства та тренда з прогнозом на 2016 р. Також на графіку показано інтервал довіри прогнозних значень (рис. 5).

На основі статистичних даних та методу

динамічної регресії визначено прогноз валового прибутку підприємства на 2016 р. У першому кварталі прогнозне значення становить  $Y_{пр.} = 82905,07$  тис. грн. і знаходиться у межах [87951,53; 778 58,62] тис. грн., у другому кварталі –  $Y_{пр.} = 84731,15$  тис. грн. і знаходиться у межах [90 421,31; 80 328,41] тис. грн., у четвертому – 85753,1 тис. грн. і знаходиться у межах [90 799,55; 80 706,64] тис. грн.

**Висновки.** Із указаного вище можна зробити такі висновки:

– побудовано прогноз валового прибутку ПАТ «Полтавський турбомеханічний завод» на 2016 р. на основі адаптивної моделі Хольта-Муїра та методу динамічної регресії;

– найкращі результати було отримано під час застосування адаптивного методу динамічної регресії;

– отримані результати прогнозу під час застосування методу динамічної регресії є адекватними;

– розраховано інтервали довіри для прогнозних значень та встановлено, що отримані результати не виходять за критичні межі;

– отримані результати моделювання можуть бути рекомендовані для планування виробничого процесу ПАТ «Полтавський турбомеханічний завод»;

– дана задача може бути використана у навчальному процесі під час викладання дисциплін «Прогнозування соціально-економічних процесів», «Адаптивні моделі в економіці».

## Список використаних джерел:

1. Редченко К.І. Стратегічний аналіз у бізнесі: [навч. посіб.] / К.І. Редченко. – Львів: Новий Світ – 2000. – 2003. – 272 с.
2. Головка Т.В. Стратегічний аналіз: [навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц.] / Т.В. Головка, С.В. Сагова. – К.: КНЕУ. – 2002. – 198 с.
3. Ільєнко Ю.І. Особливості прогнозування економічних показників на підприємствах туристичного бізнесу / Ю.І. Ільєнко, Г.В. Шершньова // Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Тугана Барановського. – 2013. – № 3(59) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://journals.urau.ua/visdonnuec/article/view/20700>.
4. Алексеева Н.Ф. Методи прогнозування взаємопов'язаних показників соціально-економічного розвитку України / Н.Ф. Алексеева // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2008. – № (48). – Ч. 1. – С. 120–123.
5. Яшкіна О.І. Прогнозування соціально-економічних показників по коротких рядах динаміки / О.І. Яшкіна // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Трансформація ринкових відносин в Україні: організаційно-правові та економічні проблеми». – 2003. – С. 210–213.
6. Ширягіна О.Є. Автоматизація моделей прогнозування прибутку / О.Є. Ширягіна // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 11(101). – С. 251–263.
7. Кондіус І.С. Конспект лекцій за темою: «Прогнозування соціально-економічних процесів» (частина 1 навчально-методичного комплексу «Прогнозування соціально-економічних процесів»); методичні матеріали з питань самостійної роботи із спеціальною літературою. Т. 1 / І.С. Кондіус. – Севастополь: Севастопольський центр перепідготовки та підвищення кваліфікації. – 2013. – 76 с.
8. Скрильник І.І. Прогнозування прибутку Качанівського ГПЗ ПАТ «Укрнафта» на основі дослідження тренд-сезонних процесів / І.І. Скрильник, М.В. Замашка // Економіка і регіон. – ПолтНТУ. – 2013. – № 3. – С. 117–122.
9. Скрильник І.І. Прогнозування чистого доходу агрофірми «Урожай» на основі адаптивних моделей / І.І. Скрильник, Р.М. Окань // Економіка і регіон. – ПолтНТУ. – 2013. – № 4. – С. 166–173.
10. Головне управління статистики у Полтавській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pl.ukrstat.gov.ua/>
11. Скрильник І.І. Навчальний посібник з дисципліни «Прогнозування соціально-економічних процесів» для економічних спеціальностей усіх форм навчання / І.І. Скрильник, О.Г. Климко – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – С. 94–97.

**Скрыльник И. И.**

**Петренко Ю. В.**

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

**ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНЫХ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ  
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛОВОЙ ПРИБЫЛИ  
ПАО «ПОЛТАВСКИЙ ТУРБОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

**Резюме**

В статье рассматривается построение прогноза валовой прибыли предприятия на 2016 г. на основе адаптивных методов и моделей. Определен метод, который дал оптимальный результат качества прогноза. На основе научных принципов доказана адекватность полученных результатов. Работа имеет прикладной характер и может использоваться в сфере экономической деятельности предприятий различной формы собственности, а также в учебном процессе.

**Ключевые слова:** валовая прибыль, модель, динамическая регрессия, прогноз, адекватность модели.

**Skrylnyk I. I.**

**Petrenko Yu. V.**

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

**APPLICATION OF ADAPTIVE METHODS AND MODELS FOR PREDICTING  
THE GROSS PROFIT OF PJSC “POLTAVA TURBOMECHANICAL PLANT”**

**Summary**

The present work investigates the problem of gross profit prediction for Poltava Turbo-Mechanical Plant for the 2016 year. The gross profit prediction is designed using Holt-Winters seasonal multiplicative model and weighted moving averages function. The authors pointed out the optimal result. The designed models are tested for the correspondence to adequacy conditions. The work targeted the practical application as assistance for economic activities of different enterprises. The results can be used for teaching purposes.

**Key words:** gross profit, model, dynamic regression, forecast, adequacy of the model.