

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

**С. А. Щербініна, О. Г. Климко**

**Полтавський національний технічний університет  
імені Юрія Кондратюка**

**Анотація.** В цій статті досліджується актуальна для сучасної економіки проблема – застосування методів прогнозування для обґрунтування перспектив розвитку підприємства, підвищення рівня ефективності його управління та оцінки здатності підприємства до сталого функціонування. Здійснення надійного прогнозу є ефективним інструментом у плануванні діяльності підприємства, завдяки чому можна своєчасно реагувати на зміни та запобігти небажаним результатам.

Незважаючи на значну кількість наукових досліджень з питань прогнозування, стохастичний характер сучасної економіки, потребує подальшого вивчення питань прогнозування для аналізу діяльності підприємства.

В статті застосовано методи прогнозування для аналізу діяльності підприємства, на прикладі ТОВ «Фірма ДІАМАНТ ЛТД». Перевірено визначений для дослідження ряд динаміки (дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)) на наявність тренду методом Фостера-Стюарта. Обрано методи прогнозування, а саме: метод аналітичного представлення тренду (лінійна, показникова, логарифмічна, гіперболічна, степенева залежності); метод найменших квадратів (поліноміальна та експоненціальна залежність другого порядку); експоненційний метод прогнозування. Побудовані моделі перевірено на якість та адекватність за критеріями: коефіцієнт кореляції, коефіцієнт детермінації, показники F-статистики, критерій серій, R/S критерій та критерій Дарбіна-Уотсона. За

результатами перевірки визначено адекватні моделі та розраховано прогностні значення на майбутній період.

Для автоматизації визначення прогностних значень на майбутній період, на базі досліджених моделей, створено програмну оболонку з використанням мови Visual Basic for Application ТП MS Excel.

**Ключові слова:** дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг), тренд, методи прогнозування, модель, критерії адекватності моделі.

**Annotation.** This article explores the actual for the modern economy problem. This application of forecasting methods to justify the prospects for the development of the enterprise, improve the level of its management effectiveness and evaluate the enterprise's ability to operate in a sustainable manner. The implementation of a reliable forecast is an effective tool in the planning activity of the enterprise, making it possible to react to changes and prevent undesirable results.

Despite the considerable amount of scientific research on forecasting, the stochastic nature of the modern economy, requires further research on forecasting for analysis of activity of the enterprise.

In article methods of forecasting for the analysis of activity of the enterprise are applied on the example of LLC "Firm DIAMANT LTD." The number of dynamics (income from the sale of products (goods, works, services)) determined for the study was tested for the presence of a trend by the Foster-Stewart method. Methods of forecasting are chosen, namely: the method of analytical representation of the trend (linear, exponential, logarithmic, hyperbolic, power-law dependencies), the least squares method (polynomial and exponential dependence of the second order); exponential method of forecasting. The constructed models were tested for quality and adequacy according to the criteria: correlation coefficient, determination coefficient, F-statistics, series criterion, R / S criterion and Darbin-Watson criterion. Based on the results of the

audit, adequate models were determined and forecast values calculated for the forthcoming period.

To automate the determination of forecast values for the coming period, based on the models studied, a software shell was created using the Visual Basic language for Application MS Excel spreadsheet.

**Key words:** income from sales of products (goods, works, services), trend, forecasting methods, model, criteria for adequacy of the model.

**Актуальність проблеми.** В умовах ринкової економіки для успішного функціонування підприємства особливого значення набуває дієва та ефективно організована система управління, що повинна бути забезпечена повною інформацією щодо реального фінансового стану та можливих перспектив на майбутнє. Вдало розроблена стратегія управління дозволяє уникати значних прорахунків і пов'язаних з ними витрат. Тому з метою обґрунтування перспектив розвитку підприємства та підвищення рівня ефективності його управління, оцінки здатності підприємства до сталого функціонування у майбутньому періоді необхідним є застосування методів прогнозування. Прогнозування – це досить потужний інструмент для аналізу діяльності підприємства.

Важливим фактором розвитку будь-якого підприємства є грошові надходження, що перевищують платежі підприємства. Від наявності або відсутності коштів буде зрештою залежати можливість функціонування підприємства, його конкурентоспроможність та фінансовий стан. Основним джерелом грошових надходжень на підприємство є виручка від звичайної діяльності, яка залежить від галузі функціонування підприємства, обсягів його діяльності, впровадження науково-технічних розробок, а отже, підвищення продуктивності праці, зниження собівартості, поліпшення якості продукції.

Дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) за певний період є відображенням обсягів реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг) у грошовому виразі. Так як обсяг реалізованої продукції є одним із результуючих показників діяльності підприємства, то постає питання вибору такої моделі прогнозування, отримані прогнозні значення якої можна використовувати для поточного планування діяльності підприємства.

**Аналіз останніх наукових досліджень.** Проблема прогнозування є актуальною на сьогоднішній день. Даним питанням займалося багато науковців, зокрема воно знайшло відображення у наукових працях Сухорукова А.І., Харазішвілі Ю.М. [1], Грабовецького Б.Є. [2], Лисогора В. М., Яремка О. С., Ольшевської О.В. [3], Гаркуші Н.М., Цуканової О.В., Горошанської О.О. [4], Лукашина Ю. П. [5] та багатьох інших. Однак стохастичний характер сучасної економіки, потребує подальшого вивчення питань прогнозування для аналізу діяльності підприємства.

**Мета роботи.** Завдання прогнозування доходу від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) полягає в тому, щоб визначити найбільш ймовірний обсяг реалізації продукції (товарів, робіт, послуг), який може бути реалізований у майбутньому. Отже, метою роботи є використання різних методів прогнозування доходу від реалізації (товарів, робіт, послуг) на прикладі аналізу діяльності ТОВ «Фірма ДІАМАНТ ЛТД» у 2014-2016 рр.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Показники доходу від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) безпосередньо впливають на фінансові результати роботи підприємства. Крім того, реалізація продукції – це основне джерело формування доходу підприємства. Тому техніко-економічний аналіз роботи підприємства починається з аналізу випуску та реалізації продукції, вивчення обсягів виробництва, темпів його

зростання, тобто у оцінці виконання плану виробництва та реалізації продукції.

Для визначення доходу від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) на майбутній період використано різні методи прогнозування. Прогнозування – це науково обгрунтоване пророкування найбільш вірогідного стану, тенденцій та особливостей розвитку об’єкта управління у перспективному періоді на основі виявлення й правильної оцінки стійких зв’язків та залежностей між минулим, теперішнім і майбутнім; це метод, в якому використовується як накопичений у минулому досвід, так і поточні припущення щодо майбутнього з метою його визначення. Під методами прогнозування розуміють сукупність прийомів, способів мислення, що дозволяють на основі аналізу ретроспективних даних екзогенних (зовнішніх) та ендогенних (внутрішніх) зв’язків об’єкта прогнозування, а також їх виміру в рамках явища, яке розглядається, вивести судження певної достовірності відносно майбутнього розвитку об’єкта [6].

При побудові прогнозних моделей необхідно враховувати рівень інфляції у Полтавській області за 2015 – 2016 рр., порівняно з базовим 2014 р.

Таблиця 1 – Коефіцієнти інфляції за 2014-2016 рр.

I кв. 2015	II кв. 2015	III кв. 2015	IV кв. 2015
134,1%	159,7%	154,7%	147,1
I кв. 2016	II кв. 2016	III кв. 2016	IV кв. 2016
179,1%	173,7%	167,8%	167,7%

Джерело: [7].

Інформаційну базу дослідження сформовано на підставі квартальної звітності ТОВ «Фірма ДІАМАНТ ЛТД» за 2014-2016 рр., табл. 2 – 3.

Таблиця 2 – Дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)

Рік/квартал	Дохід (тис. грн)	Рік/квартал	Дохід (тис. грн)	Рік/квартал	Дохід (тис. грн)
I кв. 2014р.	737,16	I кв. 2015р.	2 291,89	I кв. 2016р.	8 298,94
II кв. 2014р.	1 049,90	II кв. 2015р.	2 615,85	II кв. 2016р.	8 613,73
III кв. 2014р.	1 334,04	III кв. 2015р.	3 989,69	III кв. 2016р.	8 832,31
IV кв. 2014р.	1 723,30	IV кв. 2015р.	8 974,28	IV кв. 2016р.	10 624,11

Таблиця 3 – Дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) з урахуванням інфляції

Рік/квартал	Дохід (тис. грн)	Рік/квартал	Дохід (тис. грн)	Рік/квартал	Дохід (тис. грн)
I кв. 2014р.	737,16	I кв. 2015р.	1709,09	I кв. 2016р.	4633,69
II кв. 2014р.	1 049,90	II кв. 2015р.	1637,98	II кв. 2016р.	4958,97
III кв. 2014р.	1 334,04	III кв. 2015р.	2578,99	III кв. 2016р.	5263,59
IV кв. 2014р.	1 723,30	IV кв. 2015р.	6100,80	IV кв. 2016р.	6335,19

Джерело: власна розробка.

Початкові дані формують ряд динаміки – набір значень певного показника або показників, які належать до різних періодів часу, який необхідно проаналізувати та на їх основі зробити екстраполяцію даних на певний період у майбутньому. Перш ніж виконувати прогнозування ряду динаміки, необхідно переконатися щодо наявності в ньому тренду. Тренд – це певна аналітична функція, що описує фактичну середню для періоду спостереження тенденцію досліджуваного процесу, його зовнішні прояви. Результат при цьому пов'язують виключно з ходом часу. Перш ніж виділити тренд, необхідно перевірити гіпотезу про наявність тенденції [8].

За допомогою методу Фостера-Стюарта, перевірено гіпотезу про наявність тренду. Метод дає достатньо надійні результати та дозволяє визначити тренд у значенні дисперсії рівнів, що має вплив на прогностичний аналіз. Порівняв розрахункові значення  $T_{Lрозр}=3,447$ ;  $T_{Kрозр}=3,511$  з критичним значенням  $t_{кр}=2,228$  (для заданого рівня значимості  $\alpha = 0,05$  та числа ступенів свободи  $\nu=n-1$ ) отримано:  $T_{Lрозр}>t_{кр}$  та  $T_{Kрозр}>t_{кр}$ . Це підтверджує, що гіпотеза про відсутність тренду спростовується та ряд можна використовувати для прогнозування доходу від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) на майбутні періоди.

Для прогнозування даних доходу від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) було обрано 8 моделей. База моделей та показники перевірки на якість та адекватність: середньо-квадратична похибка, коефіцієнт детермінації та кореляції, показники F-статистики та критерії Стьюдента представлено у таблиці 4.

Таблиця 4 – Основні характеристики методів прогнозування

Модель	Середньо-квадратична похибка	Коефіцієнт кореляції	Коефіцієнт детермінації	Критерій Фішера		Критерій Стьюдента	
	$\sigma_y$	$R$	$R^2$	$F_{розр}$	$F_{кр}$	$t_{розр}$	$t_{кр}$
<i>Метод аналітичного представлення тренду</i>							
Лінійна залежність	475,71	0,9791	0,9586	231,497	3,7389	15,215	2,2281
Показникова залежність	710,40	0,9527	0,9077	98,2918	3,7389	9,9142	2,2281
Гіперболічна залежність	1 701,91	0,6856	0,4700	8,86789	3,7389	2,9779	2,2281
Степенева залежність	639,00	0,9619	0,9253	123,843	3,739	11,128	2,2281
Логарифмічна залежність	2 126,69	0,8448	0,7137	24,9285	3,7389	4,9928	2,2281
<i>Експоненційний метод прогнозування</i>							
Експоненційне згладжування	18,60	0,9527	0,9077	44,2313	4,2565	9,4055	2,2281
<i>Метод найменших квадратів</i>							
Поліном 2-го порядку	321,16	0,9867	0,9736	184,234	3,7389	19,196	2,2281
Експонента 2-го порядку	319,27	0,9906	0,9813	526,134	3,7389	22,938	2,2281

Джерело: власна розробка.

Коефіцієнт детермінації  $R^2$  характеризує достовірність апроксимації. Коефіцієнт кореляції  $R$  характеризує зв'язок між ознаками, в даному випадку «часу» та «доходу від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)». Критерії Фішера та Стьюдента (порівняння розрахункових та критичних значень) підтверджують статистичну значимість моделей [9].

Для будь-якої економіко-математичної моделі питання про можливість її застосування для аналізу та прогнозування економічного явища може бути вирішено після встановлення адекватності, тобто відповідності досліджуваному процесові чи об'єкту. Для перевірки адекватності моделей було застосовано наступні критерії:

1. Критерій серій – визначення випадковості відхилень від тренду. Для того, щоб послідовність  $\varepsilon_t$  була випадковою, довжина найдовшої серії не повинна бути дуже довгою, а число серій – дуже малим.

2. R/S-критерій – визначення відповідності розподілу залишкової компоненти нормальному закону. Значення R/S порівнюється з табличними нижніми та верхніми границями цього відношення, і якщо це значення не попадає в інтервал між критичними границями, то гіпотеза про нормальність розподілення відкидається.

3. Перевірка рівності математичного сподівання залишкової компоненти нулю при умові, що вона розподілена за нормальним законом на основі  $t$ -критерія Стьюдента. Якщо розрахункове значення  $t$  менше критичного значення (довідкова інформація) з рівнем значущості  $\alpha$  і число ступенів вільності  $n-1$ , то гіпотеза про рівність нулю математичного сподівання приймається.

4. Критерій Дарбіна-Уотсона – визначення незалежності значень залишкової компоненти. Розрахункове значення порівнюється з критичними значеннями з довідкової інформації. Якщо  $d > d_2$  – гіпотеза про незалежність рівнів залишкової послідовності приймається, тобто трендова модель адекватна. Якщо  $d < d_1$  – гіпотеза відкидається і модель є неадекватною. При значеннях  $d_1 < d < d_2$  – область невизначеності. У випадку  $0 < d < d_1$  та  $4 - d_1 < d < 4$  присутня відповідно позитивна та від’ємна кореляція [10]. Результати перевірки представлено у таблиці 5.

У результаті розрахунків визначено, що моделі показникової залежності, експоненційного згладжування та поліному й експоненти другого порядку відповідають вимогам адекватності, тому вони будуть використані для прогнозування доходу від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) на майбутній період. Інші моделі за результатами перевірки – не адекватні, їх виключено з подальшого дослідження.



Таблиця 5– Показники перевірки моделей на адекватність

Критерій	Критерій серій	R/S критерій		Критерій Дарбіна-Уотсона	Висновок про адекватність моделі
Умова	Наявність випадковості залишків	Умова нормального розподілу залишків	Рівність мат. спод. залишкової компоненти нулю	Перевірка незалежності значень	
Умова адекватності	$k_{max} < k \ v > v_1$	$R/S_{min} < R/S < R/S_{max}$	$t_{розр} < t_{табл}$	$d > d_2$ та $d < 4-d_2$	Висновок про адекватність моделі
Значення сталих показників	$k = 6 \ v_1 = 3$	$R/S_{min} = 2,67$ $R/S_{max} = 3,68$	$t_{табл} = 2,228$	$d_1 = 0,971$ ; $d_2 = 1,331$	
Лінійна залежність	$k_{max} = 5 \ v = 5$	3,15	$t_{розр} = 2,14E-09$	$d = 1,189$	НІ
	адекватна	виконується	$\mu = 0$	невизначеність	
Показникова залежність	$k_{max} = 5 \ v = 5$	3,42	$t_{розр} = 1,58E-1$	$d = 1,77$	ДА
	адекватна	виконується	$\mu = 0$	адекватна	
Гіперболічна залежність	$k_{max} = 3 \ v = 6$	2,71	$t_{розр} = 6,112E-16$	$d = 1,212$	НІ
	адекватна	виконується	$\mu = 0$	невизначеність	
Степенева залежність	$k_{max} = 6 \ v = 3$	3,102	$t_{розр} = 7,50E-01$	$d = 2,048$	НІ
	не адекватна	виконується	$\mu = 0$	адекватна	
Логарифмічна залежність	$k_{max} = 6 \ v = 3$	2,88	$t_{розр} = 0$	$d = 0,637$	НІ
	не адекватна	виконується	$\mu = 0$	наявність автокореляції, неадекватна	
Експоненційне згладжування	$k_{max} = 4 \ v = 5$	3,58	$t_{розр} = 0,173$	$d = 1,77$	ДА
	адекватна	виконується	$\mu = 0$	адекватна	
Поліном 2-го порядку	$k_{max} = 4 \ v = 4$	3,64	$t_{розр} = 0$	$d = 1,59$	ДА
	адекватна	виконується	$\mu = 0$	адекватна	
Експонента 2-го порядку	$k_{max} = 4 \ v = 5$	3,3	$t_{розр} = 1,42E-1$	$d = 1,87$	ДА
	адекватна	виконується	$\mu = 0$	адекватна	

Джерело: власна розробка.

На основі чотирьох моделей, які є адекватними, визначено прогнозні значення на майбутній період, табл. 6.

Отже, найвищі показники точності прогнозу мають моделі: показникової залежності (98,39%), експоненційного згладжування (98,37%), поліном другого порядку (98,84%) та експонента другого порядку (98,83%). За результатами цих моделей визначено прогнозні

значення: за песимістичним критерієм дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) буде знаходитись на рівні 7 199,1 тис. грн. у I кварталі, 7 370,79 тис. грн. у II кварталі та 7 273,11 тис. грн. у III 2017 року. За оптимістичним критерієм розраховані показники будуть становити 9 050,21 тис. грн. у I кварталі, 11 029,96 тис. грн. у II кварталі та 13 442,78 тис. грн. у III 2017 року.

Таблиця 6 – Прогнозні значення адекватних моделей

Назва моделі та її математичний вигляд		Прогнозні значення, тис.грн.			Точність прогнозу
		I кв. 2017	II кв. 2017	III кв. 2017	
<i>Метод аналітичного представлення тренду</i>					
Показникова залежність	$y = 706,46 \cdot 1,23^t$	9 050,21	11 029,96	13 442,78	98,39%
<i>Експоненційний метод прогнозування</i>					
Експоненційне згладжування	$y = 605,27 - 475,98 \cdot t$	9 050,21	11 029,96	13 442,78	98,37%
<i>Метод найменших квадратів</i>					
Поліном 2-го порядку	$y = 275,44 + 283,23 \cdot t + 24,772 \cdot t^2$	7 199,1	7 984,1	8 804,5	98,84%
Експонента 2-го порядку	$y = e^{5,983+0,416t-0,015t^2}$	7 251,84	7 370,79	7 273,11	98,83%

Джерело: власна розробка.

Як підсумок, була створена програмна оболонка з використанням мови Visual Basic for Application ТП MS Excel, метою якої є автоматичне визначення прогнозних значень на базі досліджуваних моделей, з можливістю введення даних ретроспективного періоду, рис. 1 – 2.

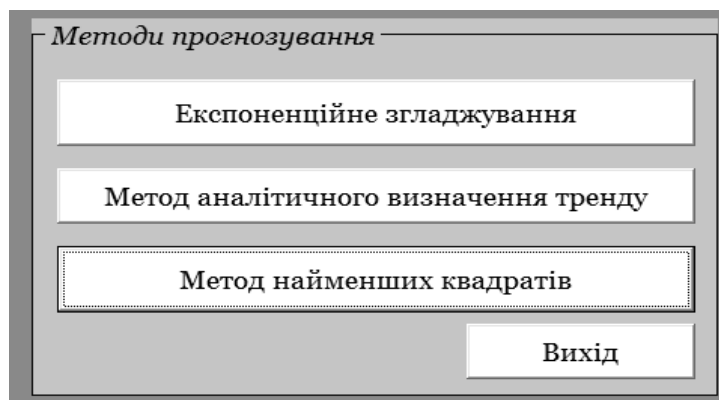


Рисунок 1 – Головна форма користувача

Джерело: власна розробка.

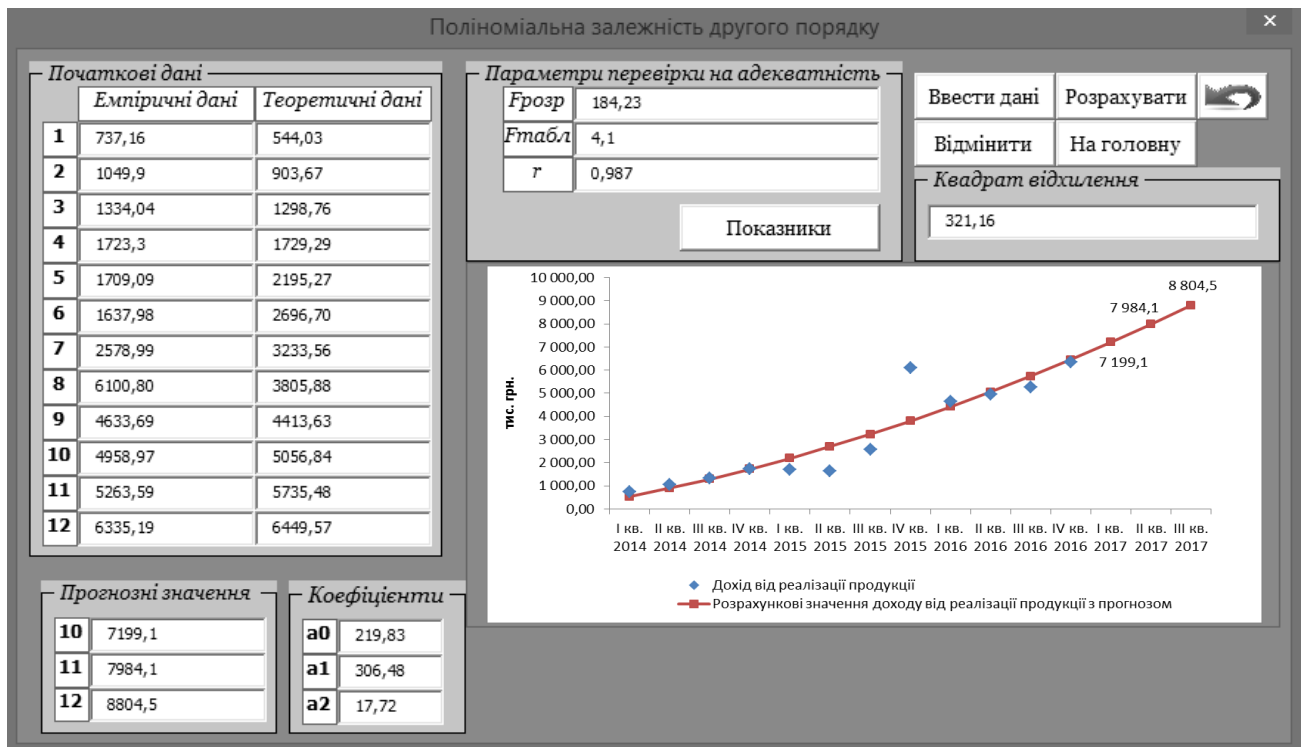


Рисунок 2 – Форма для вводу даних ретроспективного періоду та представлення результатів поліноміальної залежності другого порядку

Джерело: власна розробка.

Характеристики програмного забезпечення: програма універсальна для будь-якого підприємства, де є актуальним прогнозування економічних показників, користувач має змогу редагувати дані, вводити дані ретроспективного періоду, отримувати прогнозні значення на три періоди вперед.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження було розроблено базу моделей, а саме: метод аналітичного представлення тренду (лінійна, показникова, логарифмічна, гіперболічна, степенева залежності); метод найменших квадратів (поліноміальна та експоненціальна залежність другого порядку); експоненційний метод прогнозування. Побудовані моделі перевірено на якість та адекватність за критеріями: коефіцієнт кореляції, коефіцієнт детермінації, показники F-статистики, критерій серій, R/S критерій та критерій Дарбіна-Уотсона. За результатами перевірки визначено адекватні моделі та розраховано прогноз на майбутній період.

Отримані значення можна використовувати для поточного планування діяльності, а також для знаходження прогнозних значень інших економічних показників ТОВ «Фірма ДІАМАНТ ЛТД».

Для автоматизації визначення прогнозних значень на майбутній період, на базі досліджених моделей, створено програмну оболонку з використанням мови Visual Basic for Application ТП MS Excel.

### **Список використаних джерел**

1. Сухоруков, А.І. Моделювання та прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів України: монографія / А.І. Сухоруков, Ю.М. Харазішвілі.– К.: НІСД, 2012. – 368 с.
2. Грабовецький, Б.Є. Планування та економічне прогнозування: навчальний посібник / Б.Є. Грабовецький. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 66 с.
3. Лисогор В. М. Застосування методів прогнозування в процесі моделювання економічної діяльності підприємства / В. М. Лисогор, С. А. Яремко, О. В. Ольшевська // Вісник Хмельницького національного університету 2011, № 2, Т. 1–25 с.
4. Гаркуша Н.М., Цуканова О.В., Горошанська О.О. – Моделі і методи прийняття рішень в аналізі та аудиті: навчальний посібник. – 2-ге вид., стер. – Київ.: Знання, 2012. –591 с.
5. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.
6. Антахонова І.В. Методи прогнозування соціально-економічних процесів: навчальний посібник. – Улан-Уде. ВСГТУ, 2004. – 212с.
7. Головне управління статистики у Полтавській області [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.pl.ukrstat.gov.ua/>
8. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: учебник для вузов / Под ред. проф. Н.Ш. Кремера. – М.: Юнити-Дана, 2003. – 311 с.

9. Щербініна С.А. Застосування методів екстраполяції для аналізу діяльності підприємства / С.А. Щербініна, К.М. Дорошина // Економіка і регіон. №6 – Полтава: ПНТУ, 2013. – С.101-107.
10. Климко О.Г. Застосування адаптивних моделей для прогнозування рівня доходів малого підприємства / О.Г. Климко, Ю.М. Черниш // Радиоелектроника и информатика. №4 (63) – Харків: ХНУРЕ, 2013. С.44-47.