

**ПРОГНОЗУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ ТЕХНІКИ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ЗА ДОПОМОГОЮ СЕРЕДОВИЩА MS EXCEL**

Родащук Г. Ю., к.е.н.

Кутковецька Т. О., к.е.н.

Уманський національний університет садівництва

**Анотація.** В даній статті висвітлено роль прогнозування в розвитку транспортної системи сільських територій. На даний час постає потреба розширення сфер прогнозування, подальшого вдосконалення методології та методики розробки прогнозів. Тому було зроблено прогноз зміни середньої потужності одного трактора за даними часового ряду як одного з напрямків удосконалення рухомого складу техніки в аграрному виробництві. Використано метод експоненційного згладжування, який передбачає, що рівень значень часових рядів змінюється рідко, тому необхідна оцінка лише поточного рівня. Оскільки дані спостережень мають тренд, то авторами було застосовано функцію прогнозування лінійного тренда, що враховується у двохпараметричному методі Хольта. В результаті встановлено, що подальший розвиток транспортної системи в аграрному секторі економіки безпосередньо пов'язаний з оновленням рухомого складу. Таким чином, сільськогосподарські підприємства Вінницької області будуть надавати перевагу придбанню більш потужнішої техніки. На основі досліджень встановлено, що прогнозування є одним з важливих наукових методів при формуванні стратегії розвитку транспортної системи в аграрному секторі економіки.

Дані результати можуть бути використані як керівниками і спеціалістами агропромислового комплексу, сільськогосподарськими товаровиробниками та іншими суб'єктами господарювання на сільських територіях, так і викладачами та студентами вищих навчальних закладів при вивченні дисциплін «Методи обробки інформації та програмування», «Оптимізаційні методи і моделі», «Економетрика» тощо.

**Ключові слова:** прогнозування, метод експоненційного згладжування, метод Хольта, потужність трактора.

**FORECASTING OF ROLLING STOCK EQUIPMENT IN THE AGRICULTURAL PRODUCTION WITH THE HELP OF MS EXCEL ENVIRONMENT**

Halyna Rodashchuk, PhD in Economics

Tetiana Kutkovetska, PhD in Economics

Uman National University of Horticulture

**Summary.** The role of forecasting in transport system development of in rural areas is explained in this article. Currently there is a need for expansion in the field of forecasting, further improvement of methodology and methods of forecasts development. That's why the forecast of a medium power change of one of the tractors according to the time series was made as one of the streams of improving of rolling stock equipment in agricultural production. The method of exponential smoothing was used, which stipulates that the level of time series values changes rarely, that's why the evaluation of the current level only is necessary. Because the observational data have trend, the authors applied a linear trend forecasting function, measured in two-parameter Holt method. As a result, it was found that the further development of the transport system in the agricultural sector is directly related to rolling stock renovation. Thus, the agricultural enterprises of Vinnytsia region will give priority to purchasing of equipment that is more powerful. Based on the results of the studies it was established that forecasting is one of the important research methods in the development of the transport system strategy in the agricultural sector of economics.

These results can be used by managers and specialists of agriculture, agricultural manufacturers and other business entities in rural areas, as well as by teachers and students of higher educational establishments while studying such subjects as «Information and Programming Processing Methods», «Optimization Methods and Models», «Econometrics» etc.

**Keywords:** forecasting, exponential smoothing method, Holt method, tractor power.

**Постановка проблеми.** В будь-якій економічній системі транспорт активно впливає на процес розширеного відтворення, сприяє створенню запасів сировини, матеріально-технічних ресурсів, продукції промислового і сільського господарства. Транспортна система є однією з визначальних складових виробничого процесу, її важливість у діяльності аграрних підприємств переоцінити неможливо, оскільки виробництво будь-

якої продукції потребує переміщення вантажів у просторі. З огляду на зазначене, набувають вагомості питання щодо підвищення ефективності функціонування транспортної системи в аграрному виробництві, зокрема удосконалення рухомого складу. Дане питання в умовах ринкової економіки в значній мірі залежить від того, наскільки достовірно можна передбачити подальшу та ближню перспективу свого розвитку, тобто від прогнозування. Таким чином, одним з основних методів дослідження тенденцій розвитку рухомого складу є прогнозування, яке виступає обов'язковою частиною процесу перспективного планування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання прогнозування, а також застосування математичних методів у прогнозуванні розглядаються в роботах вітчизняних і зарубіжних авторів, таких, як: Д. Э. Ханк, Д. У. Уичерн, А. Дж. Райте [1], Т. П. Завгородня [2], А. В. Пантелєєв, Т. А. Лєтова [3] та інші.

Прогнозування безпосередньо в аграрній сфері розглядали в своїх працях: В. І. Дробот, М. І. Толкач [4], І. М. Калінчик [5], В. М. Лисогор, С. А. Яремко, О. В. Ольшевська [6], Є. Матвіїшин, О. Заброцька, Ю. Фабрика [7], Н. І. Соловійова [8] та інші.

**Невирішені складові загальної проблеми.** Науковий внесок зазначених авторів в дослідженні поставленої проблеми значний, але ряд питань науково-методичного характеру, пов'язаних з прогнозуванням розвитку транспортної системи сільських територій, і зокрема удосконалення рухомого складу в аграрному виробництві, не отримав дотепер широкого застосування, що визначило вибір теми дослідження.

**Формулювання цілей статті.** Головною метою роботи є висвітлення ролі прогнозування в розвитку транспортної системи сільських територій. Зокрема прогнозування зміни середньої потужності одного трактора за даними часового ряду як одного з напрямків удосконалення транспортної системи в аграрному виробництві.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Основними цілями розвитку транспортного сектора економіки України на період до 2020 року є модернізація транспортної інфраструктури та рухомого складу для забезпечення зростаючої мобільності товаропотоків і забезпечення конкурентоспроможних та якісних транспортних послуг для економіки [9]. Таким чином, прогнозування рухомого складу транспортних засобів є важливою складовою удосконалення функціонування транспортної системи в аграрному секторі економіки. Загалом для прогнозування соціально-економічних процесів дослідники використовують адаптивні методи короткострокового прогнозування, які базуються на теорії часових рядів. Основними з них є методи ковзкої, експоненційного згладжування Хольта, метод згладжування помилок [1, 2, 3].

Проведемо прогнозування зміни середньої потужності одного трактора за даними часового ряду в сільськогосподарських підприємствах Вінницької області. Досить ефективним і надійним методом в прогнозуванні є метод експоненційного згладжування. Основні переваги метода полягають у можливості врахування ваг вихідної інформації, в простоті обчислювальних операцій, в гнучкості опису різноманітних динамік процесів. Цей метод дає можливість отримати оцінку параметрів тренду, що характеризує не середній рівень процесу, а тенденцію, що склалася до моменту останнього спостереження. Для визначення тренду необхідно побудувати точкову діаграму – графік динаміки середньої потужності одного трактора (рис. 1).

Оскільки вихідні дані часового ряду мають помітний зростаючий тренд, то можна застосовувати функцію прогнозування лінійного тренда, що враховується в двохпараметричному методі Хольта. В часових рядах, що мають тренд, з оцінкою поточного рівня слід визначити і оцінку нахилу. В даному методі прогнозування значення рівня і нахилу згладжуються безпосередньо, при цьому використовуються різні константи для кожного з них. За допомогою даних констант згладжування можна оцінити поточний рівень і нахил, уточнюючи їх кожного разу, коли з'являються нові спостереження. Складовими методу Хольта є три рівняння [1, с. 156]:

1. Експоненційно згладжуваний ряд або оцінка поточного рівня:

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} - T_{t-1}), \quad (1)$$

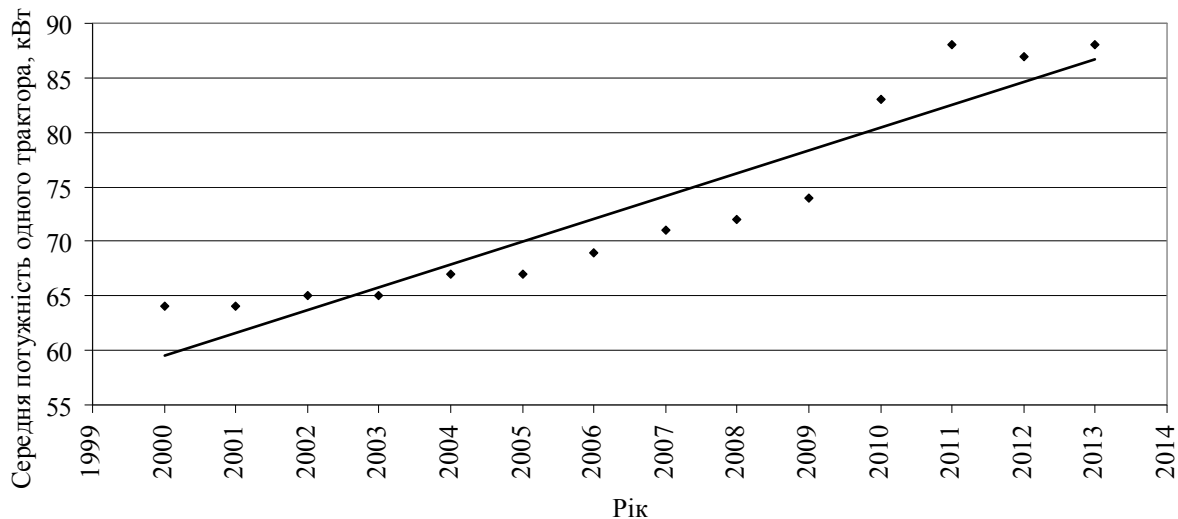
де  $L_t$  – нова згладжувана величина;

$L_{t-1}$  – згладжувана величина за попередній період;

$\alpha$  – константа згладжування для даних ( $0 < \alpha < 1$ );

$Y_t$  – нове спостереження або реальне значення ряду в період  $t$ ;

$T_{t-1}$  – оцінка тренда за попередній період.



- ♦ Середня потужність одного трактора, кВт — Лінійний (Середня потужність одного трактора, кВт)

**Рисунок 1 - Динаміка середньої потужності одного трактора**

\*Побудовано на основі [10, 11].

Дана формула аналогічна до рівняння для простого експоненційного згладжування, за виключенням члена, що враховує тренд. Тренд оцінюється при підрахунку різниці між двома останніми експоненційно згладжуваними значеннями рівня. Оскільки послідовні величини згладжуються випадково, їх різниця враховує тренд у даних.

2. Оцінка тренда:

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

де  $T_t$  – власна оцінка тренда;

$\beta$  - константа згладжування для оцінки тренда ( $0 < \beta < 1$ ).

В цьому рівнянні згладжуванню в першу чергу підлягає тренд, а вже потім дані часового ряду. В результаті отримуємо загладжуваний тренд, що виключає будь-яку випадковість.

3. Прогноз на  $p$  періодів:

$$Y_{t+p} = L_t + pT_t, \quad (3)$$

де  $p$  – кількість періодів прогнозування;

$Y_{t+p}$  – прогноз на  $p$  періодів вперед.

На початковому етапі, щоб скористатися даним алгоритмом, слід визначити початкові величини оцінки поточного рівня і тренда. Одним із можливих варіантів розв'язку є такий, при якому перша оцінка дорівнює першому спостереженню, а тренд буде дорівнювати нулю. Інший варіант розв'язку полягає в тому, що початкове значення визначається як середнє для перших п'яти спостережень, а тренд оцінюється нахилом лінії, яка утворена цими точками [1].

Таким чином, спочатку потрібно задати початкові значення згладжуваної величини та тренду. В своїх розрахунках використаємо варіант, в якому першій оцінці початкового рівня буде відповідати перше спостереження, а початкова оцінка тренду буде дорівнювати нулю, при цьому значення констант згладжування візьмемо  $\alpha = 0,1$  та  $\beta = 0,1$ . Оскільки константи згладжування слід вибирати шляхом мінімізування похибки прогнозування (наприклад, середній квадрат похибки MSE), тому варто створити сітку значень констант  $\alpha$  і  $\beta$  від 0,1 до 0,9 і вибрати ту комбінацію, при якій значення похибки буде найменше.

Для цього слід скористатися засобом аналізу даних MS Excel «Таблиця підстановки», за допомогою якого можна оцінити вплив кількох параметрів на деяку величину, тобто проаналізувати поведінку певного показника (результату) під дією одного або двох інших показників. Створення таблиці підстановки здійснюється за допомогою меню *Данные – Таблица подстановки*. MS Excel підставляє значення параметрів у фор-

мулу (функцію), задану користувачем, а потім представляє результати відповідно у рядку або в таблиці. Перед викликом цієї команди у комірку робочого аркуша слід ввести формулу, що відображає досліджувану залежність. Комірки з аргументами формули розташовуються на робочому аркуші поза межами зони таблиці підстановки.

З таблиці підстановки видно, що найменше значення похибки прогнозування MSE отримуємо при таких константах згладжування:  $\alpha = 0,8$  та  $\beta = 0,9$  ( $MSE = 7,3$ ), а при  $\alpha = 0,1$  і  $\beta = 0,1$  дана похибка становить 112,7 (рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Рік	Середня потужність одного трактора, кВт	t	Y <sub>t</sub>	L <sub>t</sub>	T <sub>t</sub>	Ŷ <sub>топт.</sub> (при α=0,1 β=0,1)	e	Y <sub>t</sub>	L <sub>t</sub>	T <sub>t</sub>	Ŷ <sub>топт.</sub> (при α=0,8 β=0,9)	e	e	e/y	e /y	
2	2000	64	1	64	64,0	0,0	64,0	0,0	64	64,0	0,0	64,0	0,0	0,0	0,000	0,000	
3	2001	64	2	64	64,0	0,0	64,0	0,0	64	64,0	0,0	64,0	0,0	0,0	0,000	0,000	
4	2002	65	3	65	64,1	0,0	64,0	1,0	65	64,8	0,7	64,0	1,0	1,0	0,015	0,015	
5	2003	65	4	65	64,2	0,0	64,1	0,9	65	64,8	0,1	65,5	-0,5	0,5	-0,008	0,008	
6	2004	67	5	67	64,4	0,0	64,2	2,8	67	66,5	1,6	64,9	2,1	2,1	0,031	0,031	
7	2005	67	6	67	64,7	0,1	64,5	2,5	67	66,6	0,2	68,1	-1,1	1,1	-0,017	0,017	
8	2006	69	7	69	65,0	0,1	64,7	4,3	69	68,5	1,7	66,8	2,2	2,2	0,032	0,032	
9	2007	71	8	71	65,6	0,1	65,1	5,9	71	70,2	1,7	70,2	0,8	0,8	0,011	0,011	
10	2008	72	9	72	66,1	0,2	65,7	6,3	72	71,3	1,2	71,8	0,2	0,2	0,002	0,002	
11	2009	74	10	74	66,7	0,2	66,3	7,7	74	73,2	1,9	72,5	1,5	1,5	0,020	0,020	
12	2010	83	11	83	68,1	0,3	66,9	16,1	83	80,7	6,9	75,1	7,9	7,9	0,096	0,096	
13	2011	88	12	88	69,8	0,5	68,5	19,5	88	85,2	4,7	87,6	0,4	0,4	0,005	0,005	
14	2012	87	13	87	71,1	0,6	70,3	16,7	87	85,7	0,9	89,9	-2,9	2,9	-0,033	0,033	
15	2013	88	14	88	72,3	0,6	71,7	16,3	88	87,3	1,6	86,6	1,4	1,4	0,015	0,015	
16	2014		15				72,9					88,9					
17	2015		16				73,5					90,5					
18	2016		17				74,2					92,1					
19	2017		18				74,8					93,7					
20	2018		19				75,4					95,3					
21	2019		20				76,0					96,9				MPE=	1,2%
22	2020		21				76,6					98,5				MAPE=	2,0%
23																	
24																	
25						α= 0,1	SSE= 1352,4										
26						β= 0,1	MSE= 112,7										
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	
36																	

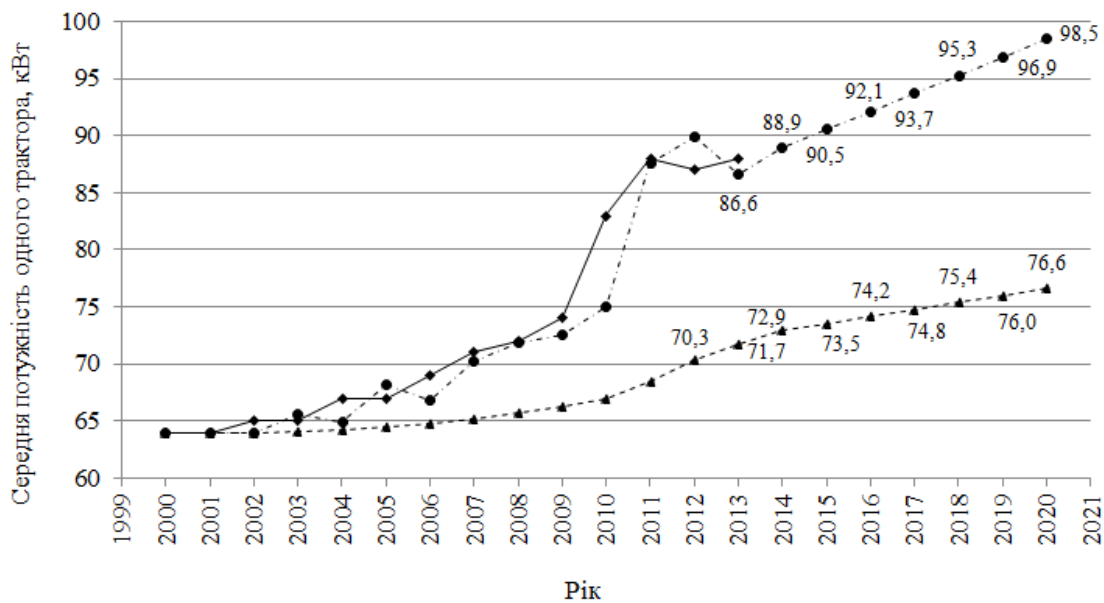
Рисунок 2 - Прогноз зміни середньої потужності одного трактора за допомогою метода Хольта в MS Excel

В результаті розрахунків ми отримали прогноз, при якому середня потужність одного трактора в сільськогосподарських підприємствах Вінницької області в 2017 р. становитиме 93,7 кВт, а в 2020 р. – 98,5 кВт (рис. 3).

Заключним етапом прогнозу є верифікація, яка являється процедурою оцінки його достовірності або точності. Для перевірки адекватності побудованої моделі слід розрахувати середню абсолютну процентну помилку (MAPE) – один із основних показників перевірки якості моделі, що характеризує відносну точність прогнозу. Вважається, що значення MAPE менше 10 % дає високу точність прогнозу, а отже, і якість моделі, від 10 до 20 % – добру точність, від 20 до 50 % – задовільну точність, понад 50 % – незадовільну точність [1]. Отримані значення середньої абсолютної процентної помилки ( $MAPE = 2\%$ ) свідчать про високу точність прогнозу, тобто про надійність розрахованих за даним методом прогнозних значень середньої потужності одного трактора в сільськогосподарських підприємствах Вінницької області. Також про якість моделі показує значення середньої процентної помилки, що не перевищує 5 % ( $MPE = 1,2\%$ ) і свідчить про незміщеність прогнозу (див. рис. 2).

**Висновок або наукова новизна.** Подальший розвиток транспортної системи в аграрному секторі економіки безпосередньо пов'язаний з оновленням рухомого складу. На основі даних прогнозування до 2020 р. можна зробити висновок про те, що оскільки середня потужність одного трактора має тенденцію до збільшення, то сільськогосподарські підприємства Вінницької області будуть надавати перевагу придбання потужних тракторів. На даний час вітчизняні заводи не можуть забезпечити значні обсяги виробництва та відповідну якість техніки, тому аграрні підприємства віддають перевагу закупівлям сільськогосподарської техніки не останнього покоління іноземного, або спільного з іноземними компаніями, виробництва. Завдяки цьому зростає середня потужність основних видів техніки загальногосподарського призначення. Таким чином, про-

гнозування робить істотний вплив для виявлення можливих альтернатив розвитку сільських територій в цілому, так і транспортної системи зокрема.



—●— Середня потужність одного трактора, кВт ---△---  $\hat{Y}_t$  (при  $\alpha=0,1$  і  $\beta=0,1$ ) -●-  $\hat{Y}_t$  опт. (при  $\alpha=0,8$  і  $\beta=0,9$ )

**Рисунок 3 - Прогноз зміни середньої потужності одного трактора за методом Хольта**

#### Перелік посилань:

1. Ханк Д. Э. Бизнес-прогнозирование / Д. Э. Ханк, Д. У. Уччерн, А. Дж. Райте. 7-е издание : пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 656 с.
2. Завгородня Т. П. Методи прогнозування [Електронний ресурс] / Т. П. Завгородня. – Режим доступу: [http://lubbook.net/book\\_251.html](http://lubbook.net/book_251.html).
3. Пантелеев А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах [текст]: Учеб. пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – 2-е изд., исправл. – М.: Высш. шк. – 2005. – 544 с.
4. Дробот В. І. Прогнозування і планування агропромислового виробництва в ринкових умовах / В. І. Дробот, М. І. Толкач // Економіка АПК. – 2002. – № 6. – С. 11-15.
5. Калінчик І. М. Прогнозування стійкого розвитку АПК України / І. М. Калінчик // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». – Вип. 3. – 2010. – С. 164-174.
6. 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. Серія: Економічні науки. – 2011. – Т. 1, № 2. – С. 21-25.
7. Матвіїшин Є. Підхід до прогнозування обсягів виробництва в аграрному секторі України / Є. Матвіїшин, О. Заброцька, Ю. Фабрика // Збірник наукових праць «Ефективність державного управління». – 2015. – Вип. 42. – С. 289-296.
8. Соловйова Н. І. Параметри системного прогнозування в аграрному секторі економіки / Н. І. Соловйова // Економіка АПК. – 2010. – № 1. – С. 22-29.
9. Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року [Електронний ресурс]: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2010 р. № 2174-р. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-%D1%80>.
10. Статистичний збірник «Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві» за 2012 рік / [за ред. С. В. Рибалко]. – Головне управління статистики у Вінницькій області. – Вінниця, 2013. – 49 с.
11. Статистичний збірник «Сільське господарство Вінниччини» за 2012 рік / [за ред. С. В. Рибалко]. – Головне управління статистики у Вінницькій області. – Вінниця, 2013. – 308 с.

Стаття надійшла: 15.02.2017 р.

Рецензент: д.е.н., доц. Горювий Д.А.

Рецензент: д.е.н., проф. Пенькова О.Г. (Уманський національний університет садівництва)