

**Н.Є. Герелиця, канд. екон. наук**  
**Житомирський національний агроекологічний університет**

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**Постановка проблеми.** У закупівельній, виробничій і розподільчій логістиці широко використовуються методи прогнозування, оскільки прогнозування оцінки розвитку процесів є основою для прийняття управлінських рішень під час оперативного, тактичного і стратегічного плануванні. Від точності і надійності прогнозу залежить ефективність реалізації різних логістичних функцій: від оцінки ймовірності дефіциту продукції на складі до вибору стратегії розвитку підприємства.

Для ефективного управління логістичною діяльністю необхідним є прогнозування обсягів матеріалопотоків, для того щоб мати можливість планувати роботу транспорту, складів, персоналу, розробляти технологічні карти, планувати потребу в обігових коштах на логістичні процеси тощо. Прогнозування і його результати є основою для прийняття управлінських рішень. У більшості наукових праць прогноз визначається як можливе науково обумовлене твердження про перспективи, можливі для того чи іншого явища в майбутньому, чи (або) про альтернативні шляхи і строки їх здійснення [1, 6].

У логістичній діяльності прогнози є джерелом інформаційних потоків, що живлять систему планування та координації в логістичному менеджменті. Ефективність логістичної діяльності за рахунок прогнозування збільшується, оскільки з'являється можливість обміну інформацією, а не продукцією чи запасами. Завданням прогнозування в логістичній діяльності, на нашу думку, служить передбачення (з певною точністю) просторових, часових та асортиментних характеристик (параметрів) об'єктів матеріалопотоку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Становлення наукових основ прогнозування в логістиці ми пов'язуємо з напрацюваннями таких науковців, як Дональд Дж. Бауерокс, В.І. Кузьмін, Д.М. Ламберт, В.М. Лукінський, Л.Б. Міротін, Дж. Мур, Дж. Сток, Є.М. Чертикін та ін. Сучасні наукові здобутки логістики формуються на методико-методологічних основах математичного прогнозування бізнес-процесів. Поряд з вищезазначеним варто відмітити, що адаптація існуючих здобутків логістичної науки до сучасного сільськогосподарського виробництва є

ускладненою через специфічні умови аграрного сектора економіки, які часто не піддаються коректному і точному прогнозуванню.

**Формулювання цілей статті.** Обґрунтування методико-методичних основ прогнозування логістичних процесів сільськогосподарських підприємств.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Як відомо, найбільш простим і найменш затратним методом прогнозування є метод експертних оцінок. Цей метод дає змогу прогнозувати як кількісні, так і якісні показники. Але він має суттєвий недолік – суб'єктивність оцінки і пряму залежність від компетентності експерта. Згідно з типом та кількістю вихідних даних можливе прогнозування на один або кілька періодів чи перевірка математичної моделі до адаптації (інтегрування) вихідних даних. Складність прогнозування в сільськогосподарському виробництві зумовлена сезонністю споживання, використання та реалізації матеріалів. При цьому зазначене стосується як сировини, так і готової продукції. До того ж сам фактор сезонності проявляється як у рослинництві, так і в тваринництві.

Для встановлення причинно-наслідкових зв'язків проведемо прогнозування реалізації молокосировини СТОВ «Старокотельнянське» Житомирської області за даними часового ряду з урахуванням сезонності трендових моделей (табл. 1).

Рівняння лінії тренда:

$$Y_t = 0,6329t + 152,62. \quad (1)$$

Визначимо трендові значення реалізації для всіх періодів. Розраховані дані запишемо у вигляді табл. 1.

Середня оцінка сезонної складової визначається за формулою:

$$S = \frac{\sum(t)}{n_t}, \quad (2)$$

де  $(t)$  – сезонна складова;

$n_t$  – кількість однойменних періодів у прогнозуванні.

Для кожного кварталу відповідно:

$S_I = -47,35$  т,  $S_{II} = 36,31$  т,  $S_{III} = 40,74$  т,  $S_{IV} = -29,2$  т.

$\square S_t = 0,5$ .

Коефіцієнт корекції визначається з виразу [5, с.186]:

$$K = \frac{\sum S_t}{n_n}, \quad (3)$$

де  $n_n$  – періодичність сезонних коливань (4).

$$K = \frac{0,5}{4} = 0,125.$$

### 1. Розрахунок сезонної складової трендової моделі реалізації молока у СТОВ «Старокотельнянське» Андрушівського району Житомирської області

Рік	Квартал	Період, t	Обсяг реалізації, т	Тренд, т (Y <sub>t</sub> )	Екстраполяція тренда	
					Сезонна складова моделі, т (t)	Сезонна складова мультиплікаційної моделі, т
2010	I	1	125,5	153,26	-27,76	0,82
	II	2	211,4	153,89	57,51	1,37
	III	3	140,4	154,54	-14,14	0,91
	IV	4	131,1	155,18	-24,08	0,84
2011	I	5	101,4	155,82	-54,42	0,65
	II	6	193,7	156,46	39,24	1,25
	III	7	241,1	157,10	84,00	1,53
	IV	8	129,9	157,73	-27,83	0,82
2012	I	9	98,5	158,37	-59,87	0,62
	II	10	171,2	159,01	12,19	1,08
	III	11	212	159,65	52,35	1,33
	IV	12	124,6	160,29	-35,69	0,78

Джерело: власні розрахунки за даними підприємства.

Визначимо скориговані значення для сезонної складової кожного кварталу:

$$S_I^k = -47,475; S_{II}^k = 36,19; S_{III}^k = 40,62; S_{IV}^k = -29,32, \sum S_t^k = 0.$$

Отже, розраховані значення сезонної компоненти правильні (табл. 2).

Далі можна перейти до визначення прогнозу. Визначимо тренд на наступні квартали:

$$Y_t^n = 0,6329t + 152,62 + S_t^k, \quad (4)$$

$$Y_t^{13} = 113,37m., Y_t^{14} = 197,67m., Y_t^{15} = 202,73m., Y_t^{16} = 133,43m.$$

## 2. Сезонні складові трендової моделі

Квартал	Сер. оцінка сезонної складової, $S_t, T$	$\sum S_t$	K	Скориговане значення сезонної складової, $S_t^k$	Умова правильності розрахунків $\sum S_t^k = 0$
I	-47,35	0,5	0,125	-47,475	$\sum S_t = 0$
II	36,31			36,19	
III	40,74			40,62	
IV	-29,2			-29,32	

Джерело: власні розрахунки.

Для визначення відхилення (помилки) прогнозу зведемо статистичні і прогнозовані дані у вигляді таблиці та визначимо похибку за кожним періодом часу і загальну помилку модулів прогнозування (табл. 3).

## 3. Розрахунок помилки прогнозу

Рік	квартал	Обсяг реалізації, $Q_{T, T}$	Період, t	Тренд, $Y_m, T$	Сезонна складова, $S_t^k$	$Y_t + S_t^k$	$(Q_T - (Y_t + S_t^k))$
2012	I	125,5	1	153,26	-47,48	105,79	380,8
	II	211,4	2	153,89	36,19	190,10	454,5
	III	140,4	3	154,54	40,62	195,16	2998,6
	IV	131,1	4	155,18	-29,32	125,86	24,5
2013	I	101,4	5	155,82	-47,48	108,35	48,3
	II	193,7	6	156,46	36,19	192,65	1,1
	III	241,1	7	157,10	40,62	197,72	1881,8
	IV	129,9	8	157,73	-29,32	128,41	2,2
2014	I	98,5	9	158,37	-47,48	110,90	153,8
	II	171,2	10	159,01	36,19	195,20	576
	III	212,0	11	159,65	40,62	200,27	137,6
	IV	124,6	12	160,29	-29,32	130,97	40,6
Разом							6699,8

Джерело: власні розрахунки.

Помилка розраховується з такого виразу [5, с.188]:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i^x - y_i)^2}{K}}, \quad (5)$$

де  $y_i^x$  – теоретичні (розрахункові значення);

$y_i$  – фактичні значення;

$K$  – число ступенів свободи.

Тоді помилка прогнозу становитиме:

$$S_y = \sqrt{\frac{6699,8}{10}} = 25,9 \text{ т.}$$

Для розрахунку мультиплікаційної моделі прогнозу необхідно визначити індекси сезонності для кожного кварталу:  $I_{S1} = 0,697$ ,  $I_{S2} = 1,233$ ,  $I_{S3} = 1,257$ ,  $I_{S4} = 0,813$ .

Проведемо розрахунок похибки прогнозу для мультиплікаційної моделі (табл. 4).

#### 4. Розрахунок помилки прогнозу мультиплікаційної моделі

Рік	Квартал	Обсяг реалізації, $Q_t$ , т	Період, t	Тренд, $Y_m$ , т	Сезонна складова, $I_s$	$Y_t \cdot I_s$	$(Q - (Y_t \cdot S_t^k))^2$
2012	I	125,5	1	153,26	0,697	106,82	341,5
	II	211,4	2	153,89	1,233	189,74	469,2
	III	140,4	3	154,54	1,257	194,25	2899,8
	IV	131,1	4	155,18	0,813	126,16	24,4
2013	I	101,4	5	155,82	0,697	108,60	51,84
	II	193,7	6	156,46	1,233	192,92	0,61
	III	241,1	7	157,10	1,257	197,47	1903,58
	IV	129,9	8	157,73	0,813	128,23	2,79
2014	I	98,5	9	158,37	0,697	110,38	141,1
	II	171,2	10	159,01	1,233	196,06	618,0
	III	212,0	11	159,65	1,257	200,68	128,1
	IV	124,6	12	160,29	0,813	130,32	32,7
Разом							6908,2

Джерело: власні розрахунки.

Для мультиплікаційної моделі характерним є взаємозгладжування сезонних коливань. Тобто сума значень сезонної складової за окремими періодами дорівнює числу періодів у циклі сезонності.

Так,  $0,697+1,233+1,257+0,813=4$ .

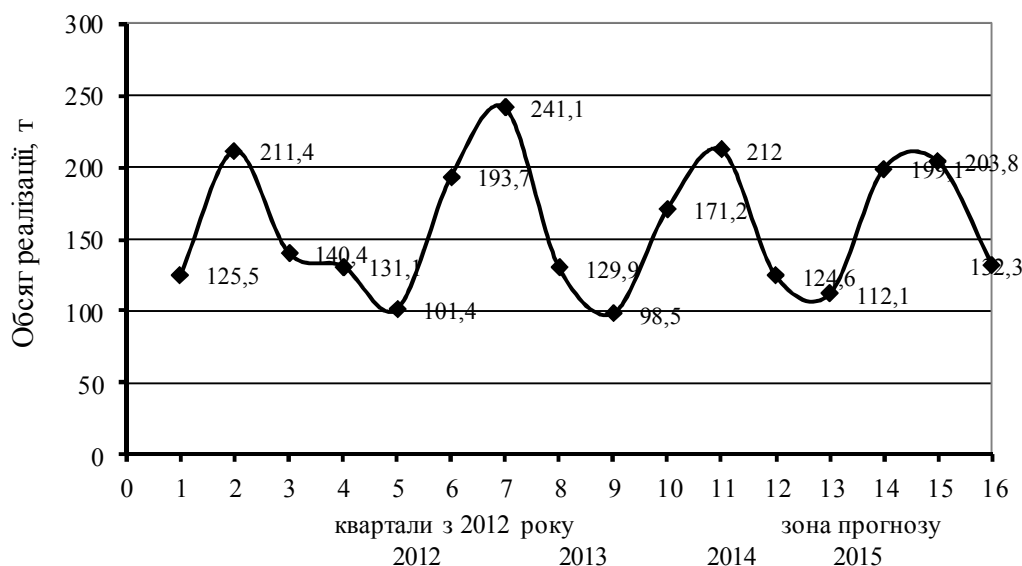
Коефіцієнт корекції в цьому випадку дорівнює «1».  $(\frac{\sum I_s}{n})$ , що свідчить про стабільність індексів сезонності для нашого випадку.

Розрахуємо прогноз на квартали 2015 р. на основі мультиплікаційної моделі:  $Y_{13} = 112,1m$ ,  $Y_{14} = 199,1m$ ,  $Y_{15} = 203,78m$ ,  $Y_{16} = 132,31m$ . Помилку прогнозу визначимо за тією ж формулою:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i^x - y_i)^2}{K}}, \quad (6)$$

$$S_y = \sqrt{\frac{6908,2}{10}} = 26,3 \text{ т.}$$

Очевидно, що мультиплікаційна і трендова модель мають найменшу величину похибки і є простішими в розрахунках. Отже, величину прогнозу складемо у вигляді схеми надходження продукції (рисунок).



### Прогноз реалізації молока в СТОВ «Старокотельнянське» за мультиплікаційною моделлю

Джерело: власні розрахунки.

Тренд і сезонність також відображаються способом експоненційного згладжування з трьома параметрами. Ця модель прогнозування вперше була запропонована Вінтерсом у 1960 р. Модель Вінтерса дає найбільшу точність прогнозу саме у випадках сезонних коливань. Алгоритм прогнозування складається з чотирьох операцій: згладжування вихідного ряду, згладжування тренду, оцінювання сезонності, прогнозування.

Згладжування вихідного ряду [2, 3, 5]:

$$L_t = \alpha \frac{Q_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}), \quad (7)$$

де  $Q_t$  – фактичне значення показника;

$L_{t-1}$  – початкове значення згладжуваного ряду;

$T_{t-1}$  – початкові умови тренда;

$\alpha$  – параметр згладжування даних.

Оцінювання сезонності:

$$S_t = \gamma \frac{Q_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s}, \quad (8)$$

Параметри згладжування мають відповідати вимогам:  $[0 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq 1]$ . Визначення величини параметрів згладжування є одним з головних експертних завдань під час розробляння моделі Вінтерса.

Показник  $\alpha$  слід визначати як середнє лінійне відхилення значень, показник  $\beta$ , очевидно, буде дорівнювати коефіцієнту варіації при яскраво виражених тенденціях. У нашому випадку при малих значеннях варіації згладжування тренда дорівнює 0,5. Показник  $\gamma$  визначимо як середню величину варіації кожного з періодів.

Проаналізувавши показники реалізації молокосиловини СТОВ «Старокотельнянське», визначимо, що показники прогнозування за методом Вінтерса становлять:  $\alpha = 0,3$ ,  $\beta = 0,5$ ,  $\gamma = 0,75$ . Розв'язавши це рівняння за допомогою сервісу «Поиск решения» пакета програм MS Excel, прогноз на 2015 р. за кварталами становив: I – 97,83 т; II – 112,9 т; III – 133,6 т; IV – 89,8 т.

Як свідчить вищевикладене, мультиплікаційне і трендове прогнозування є найбільш точним і має найменшу похибку. Відзначимо, що отриманий прогноз є можливим у заданих параметрах лише за наявних умов, на момент прогнозування, залежних тенденцій.

Проаналізувавши дані про обсяги реалізації молока, відмітили деяку тенденцію до їх зменшення. Головним і визначальним критерієм є поголів'я дійного стада. Тому в разі відхилення цього показника в сторону

збільшення чи зменшення, відповідно, необхідно скоректувати і значення величини прогнозу (табл. 5).

Також дієвим механізмом сезонного прогнозування може слугувати аналіз Фур'є. Для розробки моделі також необхідно провести оцінювання тренда. Під час розрахунків величини залишків за методом Фур'є слід підібрати криву [5, с.193]:

$$y_t = \alpha_a + \sum (\alpha_k \cos k\tau + \beta_k \sin k\tau), \quad (9)$$

де  $\alpha_a, \alpha_k, \beta_k$  – параметри моделі;  
 $k$  – номер гармоніки.

### 5. Показники впливу та коригування прогнозу

Показник	Роки			Коефіцієнт варіації	Закон зміни в часі
	2012	2013	2014		
Поголів'я дійного стада, гол.	317	280	202	0,92	$57,5t + 381,33$
Середньорічний надій, кг/гол.	1889,6	2015,9	2262,3	0,98	$1683,2 + 186,35t$

Джерело: власні розрахунки.

Для можливості застосування цього методу необхідним і достатнім є те, що кількість точок ряду для побудови моделі були степенем числа «2».

Розглянемо сезонні коливання реалізації молока в СТОВ «Старокотельнянське» за останні вісім кварталів. Лінійна модель тренда описується виразом:

$$y_t = 158,36 + 0,1524t, \quad (10)$$

Розв'язуючи задачу за допомогою «Аналізу Фур'є» у MS Excel було отримано такі результати: 9-й квартал – 159,7 т, 10-й квартал – 159,9 т, 11-й квартал – 160,0 т, 12-й квартал – 160,2 т. Похибка прогнозу – 81,1 т/квартал.

Для визначення найбільш точного з методів проведемо їх порівняння за величиною похибки (табл. 6).

Загалом прогнозування цінне тим, що дозволяє планувати роботу складського і транспортного підкомплексу. Обсяги зерна, наприклад, визначаються, заздалегідь враховуючи посівну площу культури в сівозміні. А розрахована модель прогнозування може свідчити про динаміку



розвантаження складських площ, планування пов'язаних з цим робіт (навантажувально-розвантажувальні роботи, транспортування тощо).

## 6. Порівняльна характеристика методів прогнозування

Модель прогнозування	Рівняння лінії тренда	Похибка прогнозу, т /квартал
Мультиплікаційна	$Y_t = 0,6329t + 152,62$	26,3
Трендова	$Y_t^n = 0,6329t + 152,62 + S_t^k$	25,9
Модель Вінтерса	$L_t = \alpha \frac{Q_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$	1843,2
Аналіз Фур'є	-	81,1

Джерело: власні розрахунки.

**Висновки.** Отже, можемо стверджувати, що мультиплікаційне та трендове прогнозування є найбільш точними для прогнозування руху матеріалопотоків у сільськогосподарському виробництві. Прогноз реалізації молока дає змогу визначити середньодобовий обсяг реалізації від якого залежить робота молочного обладнання. Також можна визначити можливі очікувані прибутки від реалізації цієї продукції в певні періоди. Знаючи можливі обсяги фінансових надходжень у певні періоди, маємо можливість планування та раціонального їх використання.

**Бібліографічний список:** 1. Бауэрсокс Дональд Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Дональд Дж. Бауэрсокс, Дейвид Клосс Дж.; пер. с англ. Н.Н. Барышникова, Б.С. Пинскер. – 2-е изд. – М.: Олимп-бизнес, 2008. – 640 с. 2. Блюмин С.Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности / С.Л. Блюмин, И.А. Шуйкова. – Липецк: ЛЭГИ, 2001. – 138 с. 3. Бодров В.И. Математические методы принятия решений: учеб. пособие / В.И. Бодров, Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т, 2004. – 120 с. 4. Эффективность логистического управления : учебник / под общ. ред. Л.Б. Миротина. – М.: Экзамен, 2004. – 448 с. 5. Модели и методы теории логистики: учеб. пособие / под общ. ред. В.С. Лукинскогo. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 448 с. 6. Просветов Г.И. Математические методы в логистике: задачи и решения: учеб.-практ. пособие / Г.И. Просветов. – 2-е изд., доп. – М.: Альфа-Пресс, 2009. – 304 с.

**Герелица Н.Е. Прогнозирование логистических процессов в сельскохозяйственном производстве.** В работе рассмотрены возможности адаптации методов прогнозирования логистических процессов к условиям производственной деятельности сельскохозяйственных предприятий. Соответственно заданию исследования проведено прогнозирование производства молока на конкретном предприятии Житомирской области и рассчитаны факторы влияния на модель прогноза.

**Gerelyts'a N. Prediction of logistic processes in agricultural production.** The work deals with the possibility of adapting methods of forecasting logistics processes to the conditions of production of agricultural enterprises. Accordingly to the task of research conducted milk production predicting in a specific enterprise of Zhytomyr region and calculated influencing factors on the prediction model.