

**ФІНАНСОВІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ЗАМОВЛЕННЯМ
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ
У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

*Тюхтій М. П., д.е.н.; Собчишин В. М., ст. викладач
Полтавська державна аграрна академія*

Обґрунтовано методичні засади управління замовленням мінеральних добрив шляхом мінімізації витрат на їх закупівлю та зберігання у сільськогосподарських підприємствах. Оптимізацію витрат на закупівлю та зберігання мінеральних добрив запропоновано здійснювати шляхом формування моделі мінімізації витрат на придбання та зберігання мінеральних добрив із урахуванням динаміки цін і гарантійного терміну їх зберігання. Зокрема, опрацьована цільова функція передбачає мінімізацію витрат на придбання та зберігання азотних, фосфорних і калійних добрив. Для прогнозування цін на основні азотні добрива (аміачну селітру та карбамід) використано модель Вінтерса, яка дозволяє підвищити точність прогнозу, коли ряд динаміки включає тренд і сезонність коливання.

Methodological foundations order control fertilizer by minimizing the cost of its purchase and storage at agricultural enterprises have been substantiated. Optimizing the costs of purchase and storage of mineral fertilizers proposed accomplished by forming a model to minimize the cost of purchase and storage of fertilizers based on the dynamics of prices and the warranty period of storage. In particular, having worked for the objective function involves minimization of the cost of purchase and storage of nitrogen, phosphate and potash fertilizers. To predict the prices of basic nitrogen fertilizers (ammonium nitrate and urea) used model of Winters because it can increase the prediction accuracy when the dynamics series includes trend and seasonal fluctuations.

Постановка проблеми. Через високу вартість мінеральних добрив витрати на їх закупівлю займають одну з найбільших питому вагу в структурі матеріальних витрат на виробництво продукції рослинництва, а отже цей вид матеріально-технічних ресурсів значно впливає на витрати грошових коштів у постачанні. Зазначене зумовлює необхідність розробки методичних засад оптимізації розміру замовлення мінеральних добрив шляхом мінімізації витрат на їх закупівлю та зберігання у сільськогосподарських підприємствах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методику розрахунку економічного розміру замовлення (EOQ), яка ґрунтується на мінімізації транспортно-заготівельних витрат і витрат на зберігання матеріально-технічних ресурсів, було запропоновано в 1915 р. Ф. У. Харрісом:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot S_1 \cdot D}{S_2}}, \quad (1)$$

де S_1 – витрати на виконання одного замовлення, грн;

D – річна потреба у певному виді матеріально-технічних ресурсів, од.;

S_2 – витрати на зберігання одиниці певного виду матеріально-технічних ресурсів, грн [1, с. 13].

Цю залежність ще називають формулою Уілсона [1, с. 13], або формулою Андлера [2, с. 81]. Зазначена методика базується на наступних припущеннях:

- попит на матеріально-технічні ресурси є сталим, повторюваним та відомим; їх дефіцит для виробництва неприпустимий;

- час доставки є сталою і відомою величиною;
- матеріально-технічні ресурси замовляються партіями;
- ціна одиниці ресурсів не повинна залежати від обсягу, що купується;
- замовлювані матеріально-технічні ресурси є окремими і незалежними між собою товарами [4, с. 423].

Таким чином, нерівномірність споживання мінеральних добрив робить у сільськогосподарських підприємствах неможливим застосування формули (1) для оптимізації витрат на їх придбання і зберігання та зумовлює необхідність пошуку й застосування інших типів розрахункових моделей.

Постановка завдання. Мета статті полягає у висвітленні результатів розробки методичних засад оптимізації розміру замовлення мінеральних добрив шляхом мінімізації витрат на їх закупівлю та зберігання у сільськогосподарських підприємствах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Оптимізацію витрат на закупівлю та зберігання мінеральних добрив нами запропоновано здійснювати шляхом формування моделі мінімізації витрат на придбання та зберігання мінеральних добрив із урахуванням динаміки цін і гарантійного терміну їх зберігання. Зокрема, опрацьована цільова функція передбачає мінімізацію витрат на придбання та зберігання азотних, фосфорних і калійних добрив:

$$C_{\min} = \left(\sum_{i=1}^n (P_{N_i} \cdot x_{\text{ПР}i}^N) + \sum_{i=1}^n (P_{P_i} \cdot x_{\text{ПР}i}^P) + \sum_{i=1}^n (P_{K_i} \cdot x_{\text{ПР}i}^K) \right) + \left(\sum_{i=1}^n (x_{\text{ЗАП}i-1}^N + x_{\text{ПР}i}^N - x_{\text{В}i}^N) \cdot V + \sum_{i=1}^n (x_{\text{ЗАП}i-1}^P + x_{\text{ПР}i}^P - x_{\text{В}i}^P) \cdot V + \sum_{i=1}^n (x_{\text{ЗАП}i-1}^K + x_{\text{ПР}i}^K - x_{\text{В}i}^K) \cdot V \right), \quad (2)$$

де P_{N_i} , P_{P_i} , P_{K_i} – ціна придбання відповідно азотних, фосфорних і калійних добрив в i -му місяці, грн/т;

$x_{\text{ПР}i}^N$, $x_{\text{ПР}i}^P$, $x_{\text{ПР}i}^K$ – обсяг закупівлі відповідно азотних, фосфорних і калійних добрив в i -му місяці, т;

$x_{\text{ЗАП}i-1}^N$, $x_{\text{ЗАП}i-1}^P$, $x_{\text{ЗАП}i-1}^K$ – обсяг запасу відповідно азотних, фосфорних і калійних добрив на складі в попередньому до i -го місяця, т;

$x_{\text{В}i}^N$, $x_{\text{В}i}^P$, $x_{\text{В}i}^K$ – обсяг використання відповідно азотних, фосфорних і калійних добрив в i -му місяці, т;

V – вартість зберігання мінеральних добрив за місяць, грн/т;

$\left(\sum_{i=1}^n (P_{N_i} \cdot x_{\text{ПР}i}^N) + \sum_{i=1}^n (P_{P_i} \cdot x_{\text{ПР}i}^P) + \sum_{i=1}^n (P_{K_i} \cdot x_{\text{ПР}i}^K) \right)$ – витрати на придбання азотних, фосфорних і калійних добрив, грн;

$\left(\sum_{i=1}^n (x_{\text{ЗАП}i-1}^N + x_{\text{ПР}i}^N - x_{\text{В}i}^N) \cdot V + \sum_{i=1}^n (x_{\text{ЗАП}i-1}^P + x_{\text{ПР}i}^P - x_{\text{В}i}^P) \cdot V + \sum_{i=1}^n (x_{\text{ЗАП}i-1}^K + x_{\text{ПР}i}^K - x_{\text{В}i}^K) \cdot V \right)$ –

витрати на зберігання азотних, фосфорних і калійних добрив, грн.

Обмеженнями цільової функції є:

- $x_{\text{ЗАП}0}^N = 0$, $x_{\text{ЗАП}0}^P = 0$, $x_{\text{ЗАП}0}^K = 0$ – початковий запас відповідно азотних, фосфорних і калійних добрив рівний нулю;

- $x_{3АПi}^N + x_{3АПi}^P + x_{3АПi}^K \leq M$ – запас мінеральних добрив не повинен перевищувати місткість складу (M);
- $x_{ПРi}^N + x_{ПРi}^P + x_{ПРi}^K \leq M - (x_{3АПi}^N + x_{3АПi}^P + x_{3АПi}^K)$ – щомісячна закупівля мінеральних добрив не повинна бути більшою за вільне місце на складі;
- $x_{Вi}^N \leq x_{3АПi-1}^N + x_{ПРi}^N$ – щомісячне вибуття азотного добрива не повинне перевищувати його запас у попередньому до i -го місяця плюс надходження в i -му місяці;
- $x_{Вi}^P \leq x_{3АПi-1}^P + x_{ПРi}^P$ – щомісячне вибуття фосфорного добрива не повинне перевищувати його запас у попередньому до i -го місяця плюс надходження в i -му місяці;
- $x_{Вi}^K \leq x_{3АПi-1}^K + x_{ПРi}^K$ – щомісячне вибуття калійного добрива не повинне перевищувати його запас у попередньому до i -го місяця плюс надходження в i -му місяці;
- $x_{Вi}^N = A_i, x_{Вi}^P = A_i, x_{Вi}^K = A_i$ – використання відповідно азотних, фосфорних і калійних добрив в окремому місяці дорівнює деякому значенню;
- $x_{ПРi}^N \geq 0, x_{ПРi}^P \geq 0, x_{ПРi}^K \geq 0$ для $i = \overline{1, n}$ – умова невід’ємності змінних;
- $x_{3АПi}^N \geq 0, x_{3АПi}^P \geq 0, x_{3АПi}^K \geq 0$ для $i = \overline{1, n}$ – умова невід’ємності змінних;
- $x_{Вi}^N \geq 0, x_{Вi}^P \geq 0, x_{Вi}^K \geq 0$ для $i = \overline{1, n}$ – умова невід’ємності змінних;
- закупівля азотних, фосфорних і калійних добрив має проводитись із урахуванням гарантійного терміну їх зберігання.

Для прогнозування цін на основні азотні добрива (аміачну селітру та карбамід) нами використано модель Вінтерса, яка дозволяє підвищити точність прогнозу, коли ряд динаміки включає тренд і сезонність коливання [3, с. 58]. Оскільки в помісячній динаміці цін на суперфосфат і калімаг-30 відсутня сезонність коливання, то прогнозування цін на зазначені мінеральні добрива здійснено методом екстраполяції тренду.

Помісячний прогноз ціни на аміачну селітру та карбамід (в упаковці) за моделлю Вінтерса проводився на основі чотирьох рівнянь:

- згладжування вихідного ряду:

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}); \quad (3)$$

- згладжування тренду:

$$T_t = \beta \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1}; \quad (4)$$

- оцінка сезонності:

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma) \cdot S_{t-s}; \quad (5)$$

- прогноз на p періодів уперед:

$$y_{t+p}^* = (L_t + p \cdot T_t) \cdot S_{t-s+p}, \quad (6)$$

де L_t – згладжене значення ряду;

α – параметр згладжування даних;

y_t – фактичне значення показника для періоду t ;
 β – параметр згладжування для оцінки тренду;
 T_t – оцінка тренду;
 γ – параметр згладжування для оцінки сезонності;
 S_t – оцінка сезонності;
 p – кількість періодів, на які проводиться прогноз;
 s – тривалість сезонних коливань [3, с. 59].

Параметри згладжування повинні відповідати умовам:

$$0 \leq \alpha \leq 1; 0 \leq \beta \leq 1; 0 \leq \gamma \leq 1. \quad (7)$$

Перш ніж застосовувати рівняння (3)–(6) для помісячного прогнозування ціни на аміачну селітру та карбамід (в упаковці), задано початкові умови. Нами використано один із варіантів формування початкових умов, який передбачає, що початкове значення для згладженого ряду (L_{t-1}) дорівнює середньому значенню за перші s спостережень.

Тоді початкові умови для тренду (T_{t-1}) визначаються нахилом прямої, що сформована цими спостереженнями. Для цього за формулою (8) визначають коефіцієнт нахилу лінійного тренду [3, с. 59]:

$$a_1 = \frac{N \sum y_i \cdot t_i - \sum y_i \sum t_i}{N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}. \quad (8)$$

Початкових умов для оцінки сезонності (коефіцієнтів) стільки, скільки досліджується періодів сезонних коливань (у даному випадку 12). Вони розраховувались за формулою (9) [3, с. 59]:

$$S_t = \frac{y_t}{L_s}. \quad (9)$$

Використання зазначених методичних підходів дозволило опрацювати прогнози цін на аміачну селітру, карбамід, суперфосфат і калімаг-30 (в упаковці) на 2014 р. та 2015 р. (табл. 1).

Таблиця 1

**Прогнозовані ціни на окремі види мінеральних добрив (в упаковці)
вітчизняного виробництва**

Місяці	2014 р.				2015 р.			
	Аміачна селітра	Карбамід	Суперфосфат	Калімаг-30	Аміачна селітра	Карбамід	Суперфосфат	Калімаг-30
Січень	2949,51	4050,30	2433,00	2850,00	3411,51	4334,39	2586,00	3150,00
Лютий	2974,17	4101,58	2538,00	2930,00	3521,98	4362,06	2626,00	3230,00
Березень	3054,71	4168,28	2563,00	2970,00	3622,85	4404,03	2656,00	3270,00
Квітень	2777,67	3820,68	2483,00	2970,00	3475,29	4120,81	2596,00	3270,00
Травень	2656,67	3674,14	2483,00	2970,00	3334,38	4054,18	2596,00	3270,00
Червень	2515,25	3824,94	2483,00	2970,00	2951,44	3994,36	2596,00	3270,00
Липень	2606,27	3612,14	2738,00	2970,00	3069,65	3751,17	2934,00	3270,00
Серпень	2766,13	3623,29	2738,00	2930,00	3195,34	3738,02	2934,00	3210,00
Вересень	3004,64	3796,48	2738,00	2870,00	3361,98	3884,86	2934,00	3120,00
Жовтень	3143,19	3916,30	2744,00	2790,00	3444,05	4011,74	2936,00	3020,00
Листопад	3213,33	4187,26	2680,00	2672,50	3532,01	4287,63	2854,00	2875,00
Грудень	3386,46	4298,96	2690,00	2732,50	3696,57	4406,09	2866,00	2965,00

Джерело: власні розрахунки

З метою економії коштів при закупівлі мінеральних добрив сільськогосподарські підприємства можуть закупувати їх про запас у період найнижчих цін і зберігати на власних складах або користуватися послугами зі зберігання інших суб'єктів господарювання.

Розв'язання цільової функції для задоволення прогнозованої потреби в азотних, фосфорних і калійних добривах за рахунок, відповідно, аміачної селітри, суперфосфату та калімагу-30 під урожай 2015 р. при місткості складу в ТОВ «Агрофірма «Перше травня» 600 т дало наступні результати (табл. 2).

Таблиця 2

Прогноз закупівлі та зберігання аміачної селітри, суперфосфату, калімагу-30 для задоволення потреби в мінеральних добривах під уро- жай 2015 р. з мінімальними витратами на їх придбання та зберігання у ТОВ «Агрофірма «Перше травня» Новосанжарського району Полтавської області, т

Місяць	Закупівля			Використання			Обсяг зберіган- ня мінеральних добрив на влас- ному складі
	аміачної селітри	супер- фосфату	калі- магу-30	аміачної селітри	супер- фосфату	калі- магу-30	
Грудень 2013 р.	-	380,2	129,9	-	-	-	510,1
Січень 2014 р.	-	-	-	-	-	-	510,1
Лютий 2014 р.	-	-	-	-	-	-	510,1
Березень 2014 р.	-	-	-	-	-	-	510,1
Квітень 2014 р.	-	-	-	-	-	-	510,1
Травень 2014 р.	-	-	-	-	-	-	510,1
Червень 2014 р.	7,9	-	-	-	-	-	518,0
Липень 2014 р.	-	-	-	-	-	-	518,0
Серпень 2014 р.	-	-	-	-	55,8	23,6	438,6
Вересень 2014 р.	40,3	-	-	7,9	13,9	9,1	448,0
Жовтень 2014 р.	54,0	-	-	-	228,9	97,2	175,9
Листопад 2014 р.	122,9	-	67,7	-	-	-	366,5
Грудень 2014 р.	-	-	-	-	-	-	366,5
Січень 2015 р.	-	-	-	-	-	-	366,5
Лютий 2015 р.	-	-	-	-	-	-	366,5
Березень 2015 р.	-	-	-	40,3	-	-	326,2
Квітень 2015 р.	-	-	-	54,0	36,7	33,4	202,1
Травень 2015 р.	-	-	-	122,9	44,9	34,3	-
Всього	225,1	380,2	197,6	225,1	380,2	197,6	x

Джерело: власні розрахунки

Згідно з даними моделі, при закупівлі аміачної селітри 7,9 т – у червні 2014 р., 40,3 т – у вересні 2014 р., 54,0 т – у жовтні 2014 р., 122,9 т – у листопаді 2014 р., суперфосфату 380,2 т – у грудні 2013 р., калімагу-30 129,9 т – у грудні 2013 р., 67,7 т – у листопаді 2014 р. (див. табл. 2), витрати на їх придбання та зберігання на власному складі будуть мінімальними й становитимуть 2162028,93 грн (табл. 3).

При задоволенні під урожай 2015 р. прогнозованої потреби ТОВ «Агрофірма «Перше травня» в азотних добривах за рахунок карбаміду витрати на придбання мінеральних добрив та їх зберігання на власному скла-

ді мінімізуються і дорівнюватимуть 2110648,47 грн (див. табл. 3) при зазначених вище помісячних обсягах закупівлі суперфосфату й калімагу-30 та, якщо закупити карбаміду 5,9; 30,1; 40,4 та 91,9 т, відповідно, у серпні, вересні, жовтні 2014 р. та травні 2015 р. (табл. 4).

Таблиця 3

Прогнозовані мінімальні витрати на придбання та зберігання мінеральних добрив під урожай 2015 р. у ТОВ «Агрофірма «Перше травня» Новосанжарського району Полтавської області, грн

Варіант задоволення потреби в азотних, фосфорних і калійних добривах	Витрати на придбання мінеральних добрив та їх зберігання на власному складі	Витрати на придбання мінеральних добрив та їх зберігання на складах суб'єктів господарювання, що надають послуги зі зберігання мінеральних добрив
Аміачна селітра, суперфосфат, калімаг-30	2162028,93	2193853,71
Карбамід, суперфосфат, калімаг-30	2110648,47	2138921,91

Джерело: власні розрахунки

Таблиця 4

Прогноз закупівлі та зберігання карбаміду, суперфосфату, калімагу-30 для задоволення потреби в мінеральних добривах під урожай 2015 р. з мінімальними витратами на їх придбання та зберігання у ТОВ «Агрофірма «Перше травня» Новосанжарського району Полтавської області, т

Місяць	Закупівля			Використання			Обсяг зберігання мінеральних добрив на власному складі
	карбаміду	суперфосфату	калімагу-30	карбаміду	суперфосфату	калімагу-30	
Грудень 2013 р.	-	380,2	129,9	-	-	-	510,1
Січень 2014 р.	-	-	-	-	-	-	510,1
Лютий 2014 р.	-	-	-	-	-	-	510,1
Березень 2014 р.	-	-	-	-	-	-	510,1
Квітень 2014 р.	-	-	-	-	-	-	510,1
Травень 2014 р.	-	-	-	-	-	-	510,1
Червень 2014 р.	-	-	-	-	-	-	510,1
Липень 2014 р.	-	-	-	-	-	-	510,1
Серпень 2014 р.	5,9	-	-	-	55,8	23,6	436,6
Вересень 2014 р.	30,1	-	-	5,9	13,9	9,1	437,8
Жовтень 2014 р.	40,4	-	-	-	228,9	97,2	152,1
Листопад 2014 р.	-	-	67,7	-	-	-	219,8
Грудень 2014 р.	-	-	-	-	-	-	219,8
Січень 2015 р.	-	-	-	-	-	-	219,8
Лютий 2015 р.	-	-	-	-	-	-	219,8
Березень 2015 р.	-	-	-	30,1	-	-	189,7
Квітень 2015 р.	-	-	-	40,4	36,7	33,4	79,2
Травень 2015 р.	91,9	-	-	91,9	44,9	34,3	-
Всього	168,3	380,2	197,6	168,3	380,2	197,6	x

Джерело: власні розрахунки

Розв'язавши цільову функцію для умови, якщо ТОВ «Агрофірма «Перше травня» необхідні під урожай 2015 р. обсяги мінеральних добрив закупуватиме й зберігатиме на складах суб'єктів господарювання, які надають послуги зі зберігання мінеральних добрив, встановлено, що мінімальні витрати на придбання та зберігання аміачної селітри, суперфосфату й калімагу-30 забезпечуватимуться за таких самих, як і в табл. 2, помісячних обсягах їх закупівлі, але зростуть до 2193853,71 грн (див. табл. 3).

Якщо прогнозована потреба в азотних добривах під урожай 2015 р. замість аміачної селітри буде задоволена за рахунок карбаміду, а мінеральні добрива зберігатимуться не на власних складах, то витрати на придбання та зберігання карбаміду, суперфосфату й калімагу-30 мінімізуються при їх закупівлі в тих же помісячних обсягах, що наведені в табл. 4, і становитимуть 2138921,91 грн (див. табл. 3).

Отже, проведені розрахунки свідчать, що прогнозовані оптимальні витрати на придбання та зберігання мінеральних добрив будуть меншими:

- за умови їх зберігання на власному складі, ніж на складах суб'єктів господарювання, які надають послуги зі зберігання мінеральних добрив;
- при задоволенні потреби в азотних добривах за рахунок карбаміду, ніж за рахунок аміачної селітри.

Висновки. Нерівномірність споживання мінеральних добрив робить у сільськогосподарських підприємствах неможливим застосування методики розрахунку економічного розміру замовлення (EOQ) для оптимізації витрат на їх придбання і зберігання.

Оптимізацію розміру замовлення шляхом мінімізації витрат на закупівлю та зберігання мінеральних добрив доцільно здійснювати на основі запропонованої моделі мінімізації витрат на придбання та зберігання мінеральних добрив (азотних, фосфорних і калійних) із урахуванням динаміки цін і гарантійного терміну їх зберігання.

Список використаних джерел:

1. Ватуля Л. П. Моделі управління запасами : посіб. до курсу «Логістика та АСУВ» ; Харківська держ. акад. залізничного транспорту. – Х. : [б. в.], 1997. – 62 с.
2. Леншин И. А. Логистика : учеб. для вузов в 2-х частях. Ч. 1 / И. А. Леншин, Ю. Й. Смоляков. – М. : Машиностроение, 1996. – 245 с.
3. Писар Н. Б. Прогнозування – прерогатива ефективної логістичної стратегії / Н. Б. Писар // Моделювання регіональної економіки : зб. наук. праць. – Івано-Франківськ : Плай, 2008. – № 1 (11). – С. 51–67.
4. Schrodler R. J. Operations management: Decision making in the operations function / R. J. Schrodler. – 3-rd ed. – USA : mc Graw-Hill publ., 1989. – 794 p.

Рецензент – д.е.н., професор Махмудов Х.З.