



УДК 621.499.3:629

© 2014

*О.В. Ульяновченко,
член-кореспондент,
доктор економічних наук
Інститут тваринництва
НААН*

*О.М. Сумець,
кандидат технічних наук
Харківський національний
технічний університет
сільського господарства
імені Петра Василенка*

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЛОГІСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ АПК

Мета. Обґрунтувати підхід до підвищення якості прогнозування показників ЛД підприємств аграрного сектору на основі застосування процедури стеження за рівнем якості процесу прогнозування за прийнятною моделлю. **Методи.** Аналізу й синтезу, абстрактно-логічний. **Результати.** Процедура стеження за рівнем якості процесу прогнозування складається з обов'язкової перевірки гіпотези про незалежність математичної моделі прогнозування і значущості відхилень результатів полігонних досліджень; визначення й аналізу: сигналу стеження, значення величини похибки прогнозу з урахуванням можливого допуску на неї, абсолютного і відносного значення похибки прогнозування, критерію селекції. **Висновки.** Для підвищення точності прогнозування показників логістичної діяльності підприємств запропоновано підхід на основі застосування процедури стеження за рівнем якості процесу прогнозування за прийнятною математичною моделлю.

Ключові слова: сільгосппідприємство, логістична діяльність, показник, прогнозування, модель, процедура стеження.

Постановка проблеми. Особливості аграрного ринку в Україні та вплив великої кількості макроекономічних і мікроекономічних чинників на функціонування суб'єктів господарювання (СГ) аграрного сектору економіки спонукає останніх шукати ефективніших способів адаптації до нестабільного розвитку ринкової кон'юнктури. Одним із визнаних нині способів забезпечення конкурентної стійкості підприємств на визначених сегментах ринку є логістика з її потужним практичним інструментарієм управління потоковими процесами і логістичними системами різних рівнів. Логістика дає змогу підвищити ефективність і результативність діяльності підприємства за наявності ресурсних обмежень у різних координатах простору. Тому

для досягнення поставленої мети керівники підприємств мають приділяти належну увагу плануванню логістичної діяльності (ЛД). Складання планів ЛД підприємства на майбутні періоди не може оминати використання прогнозів, тобто науково обґрунтованих суджень про можливий стан ЛД у майбутньому. Хоча таке судження і має імовірнісний характер, проте воно все ж таки характеризується визначеним ступенем достовірності, що і дає можливість доволі успішно використовувати його для планування діяльності СГ на майбутні періоди.

Використання традиційного прогнозування у плануванні ЛД підприємств аграрного сектору України сьогодні не є правомірним, оскільки таке прогнозування не забезпечує отримання

якісної прогнозованої інформації щодо майбутніх змін значень відповідних показників. Саме це і зумовлює актуальність і водночас проблемність пошуку адекватніших підходів до прогнозування ЛД підприємств аграрного сектору економіки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Діяльність агропідприємств в умовах реформування економіки України висвітлено в наукових публікаціях В.Г. Андрійчука, В.Н. Гончарова, Д.П. Доманчука, Ю.С. Коваленка, В.А. Козловського, М.Ю. Коденської, В.П. Рябокonia, П.Т. Саблука та ін. Питання організації ЛД саме підприємств аграрного сектору економіки розглядалися такими вітчизняними вченими, як Т.В. Божидарник і Н.В. Божидарник, О.П. Величко, В.І. Мельник, Д.С. Подрядов. У роботах А.С. Даниленка, О.В. Шубравської та ін. [2], а також О.І. Гуторова, Н.В. Прозорової і Р.Г. Прозорова [1] питання організації та планування ЛД агропідприємств більше конкретизовані.

Мета досліджень — обґрунтувати підхід до підвищення якості прогнозування показників ЛД підприємств аграрного сектору на основі застосування процедури стеження за рівнем якості процесу прогнозування за прийнятною моделлю.

Методи досліджень. Використано методи: аналізу й синтезу — для розгляду базових теоретико-методичних засад прогнозування показників господарської діяльності суб'єктів господарювання, абстрактно-логічний — для визначення напрямів удосконалення методику прогнозування показників логістичної діяльності підприємств АПК.

Результати досліджень. Сучасний логістичний менеджмент на практиці використовує різний інструментарій і підходи, що спроможні забезпечити управління якісною прогнозованою інформацією. Найбільше застосовуються такі 3 підходи: науковий підхід, системна орієнтація і використання моделей [3]. Більш широке застосування у прогнозуванні дістали економіко-математичні моделі [9, 10]. У прогнозуванні показників розвитку логістичних систем вельми часто науковці звертаються до логістичної функції, що описується відомим рівнянням Ферхюльста [7]. Використання цієї функції в багатьох випадках є коректним і альтернативу останній не складає жодна з відомих математичних функцій. Однак ЛД підприємств аграрного сектору економіки поєднує в собі досить велику кількість різних процесів та операцій, характеризується конкретною специфікою. З огляду на це застосування логістичної функції для прогнозування показників ЛД не завжди буде доцільним і коректним. Переважно «...структура прогнозу процесу

засдалегідь невідома, необхідно проектувати моделі з гнучкими структурою і параметрами. У прогнозі, що описує процес, повинні змінюватися структура і параметри відповідно до змін характеристик процесу при функціонуванні» [5]. Отже, для прогнозування конкретного показника ЛД слід підбирати більш адекватну математичну модель (ММ). Окрім того, не менш важливим є додаткове використання процедури стеження за рівнем якості процесу прогнозування за прийнятною ММ. Лише за таких умов можна сподіватися, що цей прогноз буде якісним та адаптивним до тенденцій зміни обраного показника ЛД підприємства.

Дослідження зв'язку між основними показниками ЛД агропідприємств і факторною ознакою — переважно терміном їх функціонування — з використанням методів математичної статистики показало, що є можливість апроксимації зв'язку певною математичною функцією. Математичним рівнянням такої функції є рівняння зв'язку між результатною (обраним показником ЛД) і факторною ознаками. За показник ЛД може бути обрано обсяг перевезень сільгосппродукції, дохід, логістичні витрати та ін. Умовно позначимо показник ЛД через Q , а термін функціонування підприємства — через t . За умови зростання значення Q за певний період часу t правомірно для опису цієї тенденції використовувати криволінійну залежність, що описується багаточленом n -го ступеня, тобто рівнянням n -го порядку:

$$Q(t) = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2 + \dots + a_n \cdot t^n, \quad (1)$$

де $Q(t)$ — функція зміни конкретного показника ЛД у часі; $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ — коефіцієнти багаточлена; t — часовий проміжок виконання прогнозу.

Слід зауважити, що обов'язковими умовами застосування функції $Q(t)$ для прогнозування показників ЛД агропідприємств є такі. *Перша* — це можливість встановити найменше відхилення отриманого прогнозного результату від дійсного, *друга* — коректний опис основної залежності обраного показника ЛД, що проявляється в певному масиві емпіричних даних. Очевидно, що якість прогнозу в цьому разі залежить від розробленої (або підбраної) ММ (функції), коректності й достатності математичного забезпечення процесу прогнозування обраного показника ЛД агропідприємства.

Перша умова може бути виконана, якщо скористатися відомим у математиці методом Чебишева [8], який дає змогу оптимізувати порядок (ступінь) багаточлена залежно від заданої (очікуваної) точності отримання про-

гнозу. За цим методом розрахунок багаточлена прийнятого порядку складається в послідовному визначенні членів ряду Чебишева з використанням залежності (2):

$$f(t) = \frac{\sum \omega_i}{N_u} + \frac{\sum \omega_i \cdot \varphi_1(t_i)}{\sum \varphi_1^2(t_i)} \cdot \varphi_1(t) + \dots + \frac{\sum \omega_i \cdot \varphi_{n_u}(t_i)}{\sum \varphi_{n_u}^2(t_i)} \cdot \varphi_{n_u}(t), \quad (2)$$

де $\sum \omega_i$ — сума частот статистичного ряду за період діяльності агропідприємства, що досліджується; N_u — число інтервалів статистичного ряду обраного показника ЛД агропідприємства за певний період його діяльності; $\varphi_{n_u}(t_i)$ — коефіцієнти поліномів Чебишева (приймаються з довідкової таблиці джерела [6] або розраховуються залежно від N_u); n_u — порядковий номер інтервалу.

Числові значення $\varphi_{n_u}(t_i)$ визначаються для кожного члена ряду (2) за такими формулами:

$$\varphi_1(t) = t - \frac{N_u + 1}{2}; \quad (3)$$

$$\varphi_2(t) = \left(t - \frac{N_u + 1}{2}\right)^2 - \frac{N_u^2 - 1}{12}; \quad (4)$$

$$\varphi_3(t) = \left(t - \frac{N_u + 1}{2}\right)^3 - \frac{3 \cdot N_u^2 + 7}{20} \cdot \left(t - \frac{N_u + 1}{2}\right); \quad (5)$$

$$\varphi_4(t) = \left(t - \frac{N_u + 1}{2}\right)^4 - \frac{1}{14} (3 \cdot N_u^2 - 13) \cdot \left(t - \frac{N_u + 1}{2}\right)^2 + \frac{3 \cdot (N_u^2 - 1) \cdot (N_u^2 - 9)}{560}; \quad (6)$$

$$\varphi_5(t) = \left(t - \frac{N_u + 1}{2}\right)^5 - \frac{5}{18} (N_u^2 - 7) \cdot \left(t - \frac{N_u + 1}{2}\right)^3 + \frac{1}{1008} (15 \cdot N_u^4 - 230 \cdot N_u^2 + 407) \cdot \left(t - \frac{N_u + 1}{2}\right); \quad (7)$$

З метою оптимізації структури багаточлена у процесі визначення числових значень $\varphi_{n_u}(t_i)$ потрібно паралельно вести розрахунок помилки наближення (ξ_n) останнього. Її визначають за формулою, що рекомендована в джерелі [6]:

$$\xi_n = \sqrt{\frac{\sum n_u}{N_u - (n_u - 1)}}, \quad (8)$$

де $\sum n_u$ — сума квадратів різниць між дійсними даними і даними, що отримані у результаті розрахунку з використанням обраної

для прогнозування ММ.

У процесі розрахунку ξ_n слід керуватися тим, що якщо помилка наближення в процесі розрахунків кожного наступного коефіцієнта ряду $\varphi_{n_u}(t_i)$ зменшується відносно мало, то розраховувати багаточлен у цьому разі вище другого чи третього порядку немає потреби.

Друга умова застосування обраної функції $Q(t)$ для здійснення процесу прогнозування виконується через процедуру розрахунку оцінки обраного показника ЛД агропідприємства. Вона зводиться до визначення деякої якісної міри показника ЛД у поточний час часу його функціонування — для одновимірної моделі:

$$\overline{R_Q} = \int_a^b f(Q) dt; \quad (9)$$

для багатовимірної моделі:

$$R_Q = \int_{a_1}^{b_1} \int_{a_2}^{b_2} \dots \int_{a_N}^{b_N} f(Q_1, \dots, Q_N) dt_1, \dots, dt_N, \quad (10)$$

де R_Q — точкова оцінка імовірності R того, що показник ЛД Q перебуває у деяких межах; $f(Q), f(Q_1, \dots, Q_N)$ — відповідно одновимірна і багатовимірна щільності розподілу деяких кількісних ознак $Q(Q_1, \dots, Q_N)$, що характеризує конкретний показник ЛД агропідприємства в n -му інтервалі; $a_j \geq 0, b_j \geq 0$ — граничні значення кількісних ознак t_j ($j = 1, N$), за межами яких значення показника ЛД Q для конкретного підприємства визнається незадовільною.

Вид підінтегральних функцій (9) і (10) встановлюється за результатами дослідження статистичної інформації зі зміни значення показника ЛД Q для конкретного агропідприємства. Числові характеристики щільностей $f(Q), f(Q_1, \dots, Q_N)$ знаходять методом обробки статистичних даних або статистичного моделювання нормальних і граничних станів кількісних ознак $Q(Q_1, \dots, Q_N)$.

Власне контроль за значенням показника ЛД Q здійснюється способом перевірки нерівностей виду:

$$\overline{R_Q} \geq R_H; \quad \overline{R_Q} \leq R_H, \quad (11)$$

де $\overline{R_Q}, \overline{R_Q}^{\gamma}$ — відповідно нижня і верхня інтервальні оцінки значення показника ЛД Q з рівнем довірчої імовірності γ ; R_H — нормоване значення показника ЛД Q агропідприємства.

За умови нормального закону розподілу значень показника ЛД Q за певний період часу функціонування підприємства можна

використовувати наближені розрахункові значення для визначення точкових й інтервальних оцінок його величини, а саме:

$$R_Q = \prod_{j=1}^m R_{Q_j} + \left[R_{Q_j, \min} - \prod_{j=1}^m R_{Q_j} \right] \cdot K_m; \quad (12)$$

$$R_{Q_j} = F\left(\frac{b_j - \bar{Q}_j}{S_{Q_j}}\right) - F\left(\frac{a_j - \bar{Q}_j}{S_{Q_j}}\right) = F\left(\frac{b_j \cdot \bar{Q}_j}{S_{Q_j}}\right) - \left[1 - F\left(\frac{\bar{Q}_j \cdot a_j}{S_{Q_j}}\right) \right] = F(h_{j1}) + F(h_{j2}) - 1; \quad (13)$$

$$R_Q = R_Q \cdot \left[1 - \left\{ \left(\left(1 - \frac{R_{Q_j, \min}}{R_{Q_j}} \right) + (1 - K_m^2) \cdot \left(\frac{\prod_{j=1}^m R_{Q_j}}{R_Q} \right) \cdot \sum_{j=1}^m \left(1 - \left(R_{Q_j}^y / R_{Q_j} \right) \right) \right\}^{0.5} \right]; \quad (14)$$

$$R_{Q_j} = \left(h_1 - \frac{h_{1-a}}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + (h_{j1}^2 / 2)} \right); \quad (15)$$

$$R_{Q_j}^y = \left(h_2 - \frac{h_{1-a}}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + (h_{j2}^2 / 2)} \right); \quad (16)$$

де R_{Q_j} — точкова оцінка значення показника ЛД підприємства, яка визначається як імовірність того, що j -е його значення перебуває в заданих межах; \bar{Q}_j , S_{Q_j} — відповідно оцінка середнього значення і середнього квадратичного відхилення випадкового значення показника ЛД підприємства; $R_{Q_j, \min}$ — мінімальна точкова оцінка значення показника ЛД підприємства; m — число ознак; K_m — оцінка коефіцієнта, що враховує кореляційний взаємозв'язок випадкових величин Q_j ; h_{1-a} — квантиль нормального розподілу, що визначається за таблицями [4] залежно від довірчої імовірності $\gamma = 1 - \alpha$ ($\alpha = 0,001 \dots 0,100$); F — нормоване значення функції розподілу.

Важливо, щоб дані, отримані в результаті прогнозування, були ретельно перевірені до початку їх наступного використання, оскільки похибки отриманих даних можуть привести до результатів, що не відповідають дійсності. Вважаємо, що в цьому разі слід додатково використовувати процедуру стеження за рівнем якості процесу прогнозування за прийнятою ММ — це: 1) обов'язкова перевірка гіпотези про незалежність ММ прогнозування і значущості відхилень результатів полігонних до-

сліджень; 2) визначення та аналіз: а) так званого сигналу стеження, б) значення величини похибки прогнозу з урахуванням можливого допуску на неї, в) абсолютного і відносного значення похибки прогнозування, г) критерію селекції.

Для перевірки гіпотези про незалежність ММ прогнозування і значущості відхилень результатів полігонних досліджень слід використовувати процедуру, що полягає у визначенні частоти за формулою:

$$F_{ij} = f_i(f_j)/G, \quad (17)$$

де F_{ij} — очікувана частота в чарунці ij ; f_i — результат прогнозу за рядками таблиці спряженості ознак; f_j — результат прогнозу за стовпчиками таблиці спряженості ознак; G — загальна кількість результатів виконання прогнозу.

Далі згідно з означеною процедурою виконується розрахунок значення χ^2 -статистики:

$$\chi^2 = \frac{(f_{ij} - F_{ij})^2}{F_{ij}}; \quad (18)$$

$$\chi = V(Q) \cdot \sqrt{D_\delta}, \quad (19)$$

де $V(Q)$ — сумарна похибка прогнозу показника ЛД за період роботи підприємства, що досліджується; D_δ — дисперсія похибки прогнозу значення показника ЛД підприємства.

Залежність (19) використовується як так званий сигнал стеження. Фізичний сенс використання сигналу стеження полягає у відстеженні величини похибки в процесі прогнозування. За збігу прогнозних значень показника ЛД з його дійсними значеннями математичне очікування похибок прогнозу практично дорівнюватиме нулеві і відповідно сума цих похибок через їх випадковість буде близькою до нуля, тобто сума загальної похибки не перевищуватиме визначених меж. Ці межі можуть бути встановлені апіорно для заданого рівня імовірності за цієї дисперсії похибки прогнозу конкретного показника ЛД, що досліджується.

Значення величини сумарної похибки прогнозу з урахуванням можливого допуску на неї може бути виведено таким чином:

$$V(Q) = M[V(Q)] \pm T_\delta \cdot \sqrt{D_\delta}, \quad (20)$$

де $M[V(Q)]$ — математичне очікування похибки прогнозування; T_δ — допуск на величину похибки прогнозування.

За умови, що математичне очікування похибки прогнозування може наближатися до нуля або в деяких випадках дорівнювати нулеві, величина похибки прогнозу визнача-

тиметься за спрощеною формулою:

$$V(Q) = T_{\delta} \cdot \sqrt{D_{\delta}} \quad (21)$$

З огляду на залежність (21) отримуємо вираз для виведення числового значення величини допуску похибки прогнозування показника кожного наступного кроку прогнозу:

$$T_{\delta} = V(Q) / \sqrt{D_{\delta}} \quad (22)$$

За виконання прогнозних розрахунків як початкове значення допуску T_{δ_0} похибки прогнозу можна використовувати загальноприйнятне значення, що перебуває в межах 3–5% [4].

У процесі складання прогнозу визначають абсолютне і відносне значення похибки прогнозування. Абсолютне значення похибки характеризує різницю результату прогнозу значення показника ЛД (Q) і його дійсного значення (Q^*):

$$\Delta Q = Q - Q^* \quad (23)$$

Відносна похибка визначається як відношення абсолютної похибки прогнозування до дійсного значення показника ЛД:

$$\delta_{\text{відн}} = \frac{\Delta Q}{Q^*} \cdot 100\% \quad (24)$$

Відносні похибки складних функцій визна-

чаються як сума відносних похибок величин, що складають функцію.

Для вибору чи розробки оптимальної ММ у задачах прогнозування як критерій селекції (служить для вибору найкращої прогнозно-ї ММ) слід використовувати ще й середньоквадратичну похибку передбачення $\delta_{\text{ПЕР}}$ результату прогнозу, що визначається за такою формулою:

$$\delta_{\text{ПЕР}} = \left[\frac{1}{N_{\text{ПЕР}}} \cdot \sum_{i=1}^{N_{\text{ПЕР}}} (Q_i - Q_i^*)^2 \right]^{0.5} \quad (25)$$

де $N_{\text{ПЕР}}$ — кількість точок перевірки; Q_i — прогнозне значення показника ЛД в i -тій точці, що отримане з використанням ММ; Q_i^* — дійсне значення показника ЛД в тій самій i -тій точці.

Застосування на практиці процедури стеження за рівнем якості процесу прогнозування показників ЛД агропідприємств дає дослідникам реальну можливість з великої кількості наявних ММ обрати для прогнозування визначеного показника саме ту, складність якої за структурою її складових є оптимальною або прийнятною, а за умови того, що прогнозна ММ розробляється дослідником уперше — встановити доцільність її використання для прогнозу конкретного показника ЛД.

Висновки

Специфіка прогнозування показників ЛД агропідприємств зумовлена їх природною нестабільністю і в деяких випадках частковою невизначеністю логістичних процесів упродовж календарного періоду та недостатністю математичного їх опису. Здебільшого цим і пояснюється актуальність розв'язання завдання підвищення якості прогнозування показників ЛД підприємств аграрного сектору економіки.

Для підвищення точності прогнозування показників логістичної діяльності підприємств запропоновано підхід на основі застосування процедури стеження за рівнем якості процесу прогнозування за прийнятою математичною моделлю. Ця процедура дасть змогу підвищити точність прогнозно-ї інформації, що, у свою чергу, дасть можливість якісніше планувати логістичну діяльність підприємств.

Бібліографія

1. Гуторов О.І. Формування логістичних систем у сільському господарстві: [моногр.]/О.І. Гуторов, Н.В. Прозорова, Р.Г. Прозоров. — Х.: Цифрова друкарня № 1, 2013. — 238 с.
2. Даниленко А.С. Логістика: теорія і практика: [навч. посіб.]/А.С. Даниленко, О.М. Марченко, О.В. Шубравська та ін. — К.: Хай-Тек Прес, 2010. — 408 с.
3. Неруш Ю.І. Логістика/Ю.І. Неруш. [3-е изд., перераб. і доп.]. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 495 с.
4. Петряков С.Н. Прогнозирование нормативов потребности в запасных частях с учетом их качества и маркетинга: дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук: 05.20.03/С.Н. Петряков. — Саранск, 1999. — 156 с.
5. Подрядов Д.С. Використання прогнозування в системі стратегічного управління основними виробничими засобами аграрних підприємств/Д.С. Подрядов/Культура

- народов Причерноморья. — 2012. — № 219. — С. 7–8.
6. РТМ 44–62. Методика статистической обработки эмпирических данных. — М., 1962. — 42 с.
7. Скоробогатова Т.Н. Логистические системы в сервисе: [моногр.]/Т.Н. Скоробогатова. — Симферополь: ДОЛЯ, 2007. — 416 с.
8. Смирнов Н.В. Краткий курс математической статистики для технических приложений/Н.В. Смирнов, И.В. Дунин-Барковский. — М.: Физматгиз, 1959. — 433 с.
9. Charles J. McMillan. Production Planning in Japan/ J. Charles McMillan/J. of General Management. — 2003. — № 4. — P. 44–71.
10. Chase R.B. Production and Operations Management: Manufacturing and Services/R.B. Chase, N.J. Aquilano. — Boston: Irwin McGraw-Hill, 1995. — 852 p.

Надійшла 22.01.2014.