

7. **Vichniac G.** Simulating physics with cellular automata / G. Vichniac // PHYSICA D. – 1984. – Vol. 10. – № 1-2. – P. 96 – 116.

8. **Ermentrout G. B.** Cellular automata approaches to biological modeling / G. B. Ermentrout, L. Edelstein-Keshet // Journal of Theoretical Biology. – 1993. – Vol. 160. – №1. – P. 97 – 133.

9. **Жихаревич В. В.** Моделирование процессов самоорганизации и эволюции систем методом непрерывных асинхронных клеточных автоматов / В. В. Жихаревич, С. Э. Остапов // Міжнародний науковий журнал «Комп'ютинг» – 2009. – Т. 8, Випуск 3. – С. 61 – 69.

УДК 519.87:338.43:635.008.1

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЛОДОВООВОЧЕСХОВИЩ

КОНЦЕБА С. М.

УДК 519.87:338.43:635.008.1

Концеба С. М. Економіко-математична модель оптимізації функціонування плодоовочесховищ

У статті запропоновано використання економіко-математичної моделі оптимального функціонування плодоовочесховищ у сільськогосподарських підприємствах за критерієм максимуму прибутку. Модель враховує використання потужностей ліній приймання та відвантаження плодів та овочів, наявних і залучених трудових ресурсів, інших виробничих ресурсів (тепло, електроенергія, тара тощо) і фінансових ресурсів, також введено додаткові обмеження. Для практичної реалізації моделі рекомендовано порядок розрахунку певних техніко-економічних коефіцієнтів. Розроблена економіко-математична модель функціонування плодоовочесховищ дає можливість оптимізувати такі показники: структуру плодоовочевої продукції на збереженні за її видами; розподіл капіталовкладень за основними напрямками, включаючи реконструкцію діючих потужностей і розширення наявних потужностей.

Ключові слова: плодоовочесховище, оптимізація, прибуток, модель.

Формул: 7. **Бібл.:** 11.

Концеба Сергій Михайлович – кандидат економічних наук, старший викладач, кафедра економічної кібернетики та інформаційних систем, Уманський національний університет садівництва (вул. Інститутська, 1, Умань, Черкаська обл., 20305, Україна)

E-mail: kontseba@meta.ua

УДК 519.87:338.43:635.008.1

Концеба С. М. Экономико-математическая модель оптимизации функционирования плодоовощехранилищ

В статье предложено использование экономико-математической модели оптимального функционирования плодоовощехранилищ в сельскохозяйственных предприятиях по критерию максимума прибыли. Модель учитывает использование мощностей линий приема и отгрузки плодов и овощей, имеющихся и привлеченных трудовых ресурсов, других производственных ресурсов (тепло, электроэнергия, тара и т. д.) и финансовых ресурсов, также введены дополнительные ограничения. Для практической реализации модели рекомендуется порядок расчета определенных технико-экономических коэффициентов. Разработанная экономико-математическая модель функционирования плодоовощехранилищ дает возможность оптимизировать следующие показатели: структуру плодоовощной продукции на сохранении по ее видам, распределение капиталовложений по основным направлениям, включая реконструкцию действующих мощностей и расширение имеющихся мощностей.

Ключевые слова: плодоовощехранилище, оптимизация, прибыль, модель.

Формул: 7. **Библ.:** 11.

Концеба Сергей Михайлович – кандидат экономических наук, старший преподаватель, кафедра экономической кибернетики и информационных систем, Уманский национальный университет садоводства (ул. Институтская, 1, Умань, Черкасская обл., 20305, Украина)

E-mail: kontseba@meta.ua

UDC 519.87:338.43:635.008.1

Kontseba S. M. Economic and mathematical model of optimisation of functioning of fruit and vegetable storages

The article offers use of economic and mathematical model of optimal functioning of fruit and vegetable storages in agricultural companies in accordance with the maximum profit criterion. The model takes into account use of fruit and vegetable infeed and shipment facilities, available and recruited labour resources, other production resources (heat, electric power, containers, etc.) and financial resources with introduction of additional restrictions. Algorithm of calculation of certain technical and economic ratios is recommended for practical realisation of the model. The proposed economic and mathematical model of fruit and vegetable storage functioning provides a possibility to optimise the following indicators: structure of stored fruit and vegetable products by types, distribution of investments by main directions including renovation of operating and expansion of existing facilities.

Key words: fruit and vegetable storage, optimisation, profit, model.

Formulae: 7. **Bibl.:** 11.

Kontseba Sergey M. – Candidate of Sciences (Economics), Senior Lecturer, Department of Economic Cybernetics and Information Systems, Uman National University of Horticulture (vul. Instyutyska, 1, Uman, Cherkaska obl., 20305, Ukraine)

E-mail: kontseba@meta.ua

Одним зі стримуючих чинників розвитку галузі плодоовочівництва є неефективність функціонування виробничої інфраструктури, зокрема низький рівень ефективності функціонування плодоовочесховищ. Використання методів моделювання в аналітичному дослідженні господарської діяльності підприємств та їх структурних підрозділів є однією з передумов широкого застосування економіко-математичних моделей. Впровадження останніх сприяє розширенню

вивчення спектра факторів, що впливають на окремі аспекти діяльності суб'єктів господарювання, а отже, і визначенню можливих додаткових резервів підвищення ефективності виробництва та функціонування окремих підрозділів. На сучасному етапі економічного розвитку зростає потреба в оперативності прийняття управлінських рішень, у прогнозуванні варіантів можливих напрямків виробничої діяльності окремих структурних підрозділів підприємств. А це практично неможливо

здійснити без застосування в аналітичному дослідженні економіко-математичних методів.

Проблеми теоретичного обґрунтування оптимізації розвитку і планування сільськогосподарської галузі за допомогою економіко-математичних моделей та їх практичного застосування досліджувались у працях вітчизняних і зарубіжних учених: С. І. Богданова [1], М. Є. Брасльця [2], Ю. Б. Бродського [3], Р. Г. Кравченка [2, 6], О. Т. Івашука [5], І. Г. Попова [6, 7], С. З. Толпекіна [6], С. І. Наконечного [8], С. С. Савіної [8], Т. С. Наконечного [8], В. В. Огліха [9], М. М. Тунєєва [10], В. Ф. Сухорукова [10], Дж. Франса [11], Дж. Х. Торнли [11] та ін.

Метою статті є обґрунтування економіко-математичної моделі оптимального функціонування плодоовочесховищ в сільськогосподарських підприємствах за критерієм максимуму прибутку.

Прискорений розвиток інтенсифікації сільськогосподарської діяльності, поглиблення спеціалізації та агропромислової інтеграції, нарощування обсягів виробництва продукції потребують подальшого удосконалення планування та управління в сільському господарстві. Сутність процесу управління полягає в отриманні даних про стан виробництва та його зв'язки з навколишнім середовищем, узагальнення цієї інформації та прийняття рішень. Інформація необхідна для виробництва так само, як і матеріальні та енергетичні ресурси. При цьому дані потрібно подати у сприйнятливому вигляді. Одним із прикладів такого подання є математичні моделі та результати їх дослідження [4].

Метод моделювання повинен забезпечити створення адекватних економіко-математичних моделей з подальшим перенесенням результатів моделювання на реальні виробничі умови. Їх використання дасть змогу здійснити узагальнення та якісний аналіз інформації на основі глибокого кількісного дослідження, дозволить удосконалити управління та планування виробництвом [3].

Оптимальне функціонування плодоовочесховищ передбачає отримання максимального економічного ефекту при найбільш повному використанні наявних, а також додатково залучених ресурсів в плодоовочесховищах. Як правило, основним критерієм оптимізації виступає такий важливий показник економічної ефективності, як максимум отриманого прибутку.

Функціонування плодоовочесховища – складний технологічний процес. У момент масового дозрівання плодів і овочів виникають пікові періоди, що насамперед пов'язані з прийняттям продукції в сховища. Уникнення напружень при цьому можливе при оптимальному використанні ліній прийняття, експлуатації машин та обладнання, використання трудових ресурсів. Як правило, у пікові періоди виникає потреба в залученні додаткових працівників, у результаті виникають непередбачувані витрати, пов'язані з функціонуванням плодоовочесховища.

Зберігання і реалізація продукції супроводжується перебиранням – очищення від сміття та відходів, сортуванням плодів та овочів за величиною, а також фасуванням в сітки та ящики, обкручування плівкою.

У період міжсезоння приміщення необхідно дезінфікувати, що уникнути зараження продукції грибком.

Спеціальне обладнання здатне забезпечити температурний режим, який дозволить зберегти овочі якомога довше, та необхідну вологість. Якщо вона стає вищою, то вмикається режим підсушування, якщо ж нижчою, то спрацьовують розприскувачі і виникає туман. Таким чином, стан навколишнього середовища впливає на величину витрат пов'язану із зберіганням продукції. Тому при вирішенні економіко-математичних задач з планування та організації діяльності плодоовочесховища методами лінійного програмування необхідно враховувати вплив випадкових, нерегульованих людиною, стохастичних факторів природного походження (температури повітря, вологості тощо). Дані чинники суттєво впливають на зберігання сільськогосподарських культур, затрати праці та ресурсів на одиницю продукції. Стохастичне програмування дозволяє вибрати план, який був би найкращим з урахуванням можливих впливів на об'єкт з зовнішнього середовища.

Таким чином, економіко-математична модель оптимізації функціонування плодоовочесховищ у сільськогосподарських підприємствах, побудована на базі поетапної задачі стохастичного програмування з імовірнісними обмеженнями, є більш адекватною конкретним виробничим умовам і відображає особливості виробництва, пов'язані з коливанням випадкових величин. Для досягнення практичної реалізації запропонованого механізму на кожному конкретному підприємстві має бути розроблений комплекс організаційно-методичних заходів, який передбачає визначення методів, засобів і принципів процесу оптимізації функціонування плодоовочесховищ.

Орієнтований запис економіко-математичної моделі оптимізації функціонування плодоовочесховищ в сільськогосподарських підприємствах при максимізації прибутку має такий вигляд:

$$P = \sum_{j=1}^l y_{j2} c_j^t - \sum_{j=1}^l \sum_{n=1}^N y_{j1} s_{j1} - \sum_{j=1}^l \sum_{n=1}^N y_{j2} s_{j2} - \sum_{j=1}^l Q_j s_j - s_t - \sum_{j=1}^l y_{j1} S_j \rightarrow \max$$

при умовах обмеження:

1. Використання потужностей ліній приймання та відвантаження плодів та овочів (кількість під'їздів, наявність навантажувально-розвантажувальної техніки, тощо) в t -му періоді

$$P = \sum_{j=1}^l y_{j2} c_j^t - \sum_{j=1}^l \sum_{n=1}^N y_{j1} s_{j1} - \sum_{j=1}^l \sum_{n=1}^N y_{j2} s_{j2} - \sum_{j=1}^l Q_j s_j - s_t - \sum_{j=1}^l y_{j1} S_j \rightarrow \max$$

2. Використання трудових ресурсів

$$\sum_{j=1}^l b_{j1} y_{j1}^t + \sum_{j=1}^l b_{j2} y_{j2}^t + \sum_{j=1}^l Q_j b_j - b_T \leq B_t \quad (t \in T).$$

3. Використання інших виробничих ресурсів (тепло, електроенергія, тара тощо)

$$\sum_{j=1}^l Q_j a_j^i \leq B_k^i \quad (i \in M).$$

4. Використання фінансових ресурсів

$$\sum_{n=1}^N k_n x_n + \sum_{j=1}^l k_{mj} x_{mj} \leq K.$$

5. Додаткові обмеження

$$\sum_{j=1}^l x_j \leq Q; \quad j = 1, \dots, l.$$

6. Невід'ємність змінних

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, l.$$

У цих виразах:

j – індекс видів плодоовочевої продукції;

l – множина видів плодоовочевої продукції;

i – індекс обмежень;

t – індекс надходження, зберігання та відвантаження плодоовочевої продукції;

T – множина напружених періодів;

n – індекс ліній приймання та відвантаження продукції;

N – кількість ліній приймання та відвантаження продукції;

P – прибуток;

y_{j1} – кількість j -ї плодоовочевої продукції, що надходить у сховище;

y_{j2} – кількість j -ї плодоовочевої продукції, що реалізується;

c_j^t – ціна реалізованої j -ї плодоовочевої продукції в t -му періоді;

S_j – собівартість виробництва j -ї плодоовочевої продукції на підприємстві;

s_{j1} – собівартість розвантаження 1 т j -ї плодоовочевої продукції за одиницю часу з однієї лінії приймання продукції;

s_{j2} – собівартість навантаження 1 т реалізованої j -ї плодоовочевої продукції за одиницю часу з однієї лінії відвантаження продукції;

s_j – собівартість зберігання j -ї плодоовочевої продукції;

s_t – додаткові витрати, пов'язані з залученням додаткових трудових ресурсів в t -му періоді;

b_n – потужність n -ої лінії приймання та відвантаження продукції;

b_{j1} – витрати праці на розвантаження j -ї плодоовочевої продукції в t -му періоді;

b_{j2} – витрати праці на навантаження j -ї плодоовочевої продукції в t -му періоді;

b_j – витрати праці на зберігання j -ї плодоовочевої продукції;

b_T – витрати праці залучених трудових ресурсів, що використовуються в напружений період T ;

B_t – наявні трудові ресурси в t -му періоді;

B_T – наявні трудові ресурси, що використовуються в T -му напруженому періоді;

B_k – величина інших виробничих ресурсів (тепло, електроенергія, тара, тощо);

B_m – потужність плодоовочесховища з одночасного приймання або відвантаження плодоовочевої продукції;

Q_j – об'єм j -ї плодоовочевої продукції на зберіганні;

Q – потужність плодоовочесховища;

a_j^i – витрати i -того ресурсу (тепло, електроенергія, тара, тощо) на зберігання j -ї плодоовочевої продукції;

M – множина видів ресурсів;

x_j – об'єм виробництва плодоовочевої продукції на підприємстві;

x_n – кількість додаткових технічних новацій;

x_{mj} – кількість додаткових місць для зберігання j -ї плодоовочевої продукції;

k_n – питомі капіталовкладення на технічне удосконалення ліній приймання та відвантаження продукції;

k_{mj} – питомі капіталовкладення на технічне удосконалення місць для зберігання j -ї плодоовочевої продукції;

K – загальний об'єм інвестицій на розвиток плодоовочесховища.

Особливості даної економіко-математичної моделі: чітка деталізація видів плодоовочевих культур з урахуванням сортності (ранні, середні, пізні); врахування змін при реалізації плодоовочевої продукції в залежності від сезону і напрямку реалізації (переробним підприємствам чи реалізація в свіжому вигляді); врахування додаткових витрат на підготовку продукції до реалізації; визначення ефективності залучених додаткових ресурсів при значному збільшенні витрат на одиницю залученого ресурсу та інші.

Для практичної реалізації цієї моделі необхідно розрахувати певні техніко-економічні коефіцієнти.

Потужність ліній приймання чи відвантаження продукції визначають в машино-змінах для кожного періоду. При цьому для періоду масового збору плодів та овочів необхідно в розрахунках передбачити двозмінну роботу електрокарів. Для розрахунку техніко-економічних показників за типами обмежень необхідно визначити питомі витрати машино-змін на приймання або відвантаження одиниці виду плодоовочевої продукції.

Необхідно також на основі планових калькуляцій встановити норми витрат тари, тепла, електроенергії та інших лімітуючи ресурсів в плодоовочесховищах.

Ще одна особливість підготовки вихідної інформації полягає в тому, що необхідно врахувати сортовий склад продукції, що буде реалізовуватись після певного часу зберігання, що, у свою чергу, залежить від якості продукції, що надходить до сховища. Для спрощення моделі доцільно визначити структуру продукції за сортами, враховуючи тенденції їх фактичних змін. Потім на основі нормативних витрат за кожним сортом і розрахованої структури вираховують середньозважені техніко-економічні показники.

Ціна реалізованої продукції визначається за фактичною справедливою ціною, що склалась на певний період у регіоні.

Коефіцієнти по капіталовкладеннях визначаються з розрахунку на одну технологічну лінію приймання або відвантаження продукції, виходячи з фактичної вартості придбаних або модернізованих установок, машин, механізмів тощо та фактичних витрат на обладнання додаткових місць із зберігання певних видів продукції плодовоовочівництва.

При розв'язку даної економіко-математичної моделі необхідно провести аналіз результативних економічних показників:

- ✦ валова та товарна продукція;
- ✦ продуктивність праці;
- ✦ виробничі витрати на 1000 грн товарної продукції;
- ✦ рентабельність.

ВИСНОВКИ

Розроблена економіко-математична модель функціонування плодовоовочесховищ дає можливість оптимізувати такі показники:

- ✦ структуру плодовоовочевої продукції на збереженні за її видами;
- ✦ розподіл капіталовкладень за основними напрямками, включаючи реконструкцію діючих потужностей та розширення наявних потужностей.

У подальших дослідженнях важливо деталізувати модель відповідно до продукції овочівництва та плодівництва за їх сортовим складом та розробити більш детальніші обмеження за основними засобами та капіталовкладеннями. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. **Богданов С. И.** Моделирование комплекса машин в сельскохозяйственном производстве с целью минимизации себестоимости конечной продукции / С. И. Богданов // Бизнес Информ. – 2011. – № 5 (1). – С. 139 – 141.
2. **Браславец М. Е.** Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / М. Е. Браславец, Р. Г. Кравченко. – М. : Колос, 1972. – 589 с.
3. **Бродський Ю. Б.** Економіко-математична модель оптимізації виробничої структури високотоварних сільськогосподарських підприємств / Ю. Б. Бродський, В. Є. Данкевич // Вісник ЖДТУ. – 2011. – №1 (55). – С. 180 – 183.
4. **Ивахненко А. Г.** Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами / А. Г. Ивахненко. – К. : Техніка, 1975. – 312 с.
5. **Иващук О. Т.** Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник. / О. Т. Иващук. – Тернопіль : ТНЕУ «Економічна думка», 2008. – 704 с.
6. **Кравченко Р. Г.** Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства / Р. Г. Кравченко, И. Г. Попов, С. З. Толпекин. – М. : Колос, 1973. – 527 с.
7. Математические методы в планировании отраслей и предприятий: учеб. пособ. [для экон. вузов и фак.] / под. ред. Попова И. Г. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Экономика, 1981. – 336 с.
8. **Наконечний С. І.** До питання математичного моделювання техніко-економічних процесів АПК. / С. І. На-

конечний, С. С. Савіна, Т. С. Наконечний // Економіка АПК. – 2009. – №1 (171). – С. 16-21.

9. **Огліх В. В.** Прогнозування урожайності сільськогосподарських культур як складова оптимізації розподілу земельного фонду / В. В. Огліх, Н. В. Левченко // Бизнес Информ. – 2011. – № 5 (1). – С. 144 – 147.

10. **Тунеев М. М.** Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства / М. М. Тунеев, В. Ф. Сухоруков. – М. : Колос, 1977. – 244 с.

11. **Франс Дж.** Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Дж. Х. Торнли. – М. : Агропромиздат, 1987. – 400 с.