

2. Лук'яненко І. Г. Системне моделювання показників бюджетної системи України: Принципи та інструменти / Монографія. — К.: Видавничий дім «Києво-Могилянська Академія», 2004. — 584 с.

3. Суворов Н. В. Методы и результаты макроэкономического анализа эффективности производства в реальном секторе отечественной экономики // Проблемы прогнозирования. — № 3. — 2008. — С. 3—17.

4. Иванюков Ю. П., Лотов А. В. Математические модели в экономике. — М.: Наука, 1979. — 304 с.

5. Офіційний веб сайт Держкомстату України url: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

6. Статистичний збірник: Таблиці «витрати—випуск» України за 2007 рік в основних цінах. — К.: Держкомстат, 2009. — 60 с.

7. Статистичний збірник: Таблиці «витрати—випуск» України за 2006 рік в основних цінах. — К.: Держкомстат, 2008. — 60 с.

8. Статистичний збірник: Таблиці «витрати—випуск» України за 2005 рік в основних цінах. — К.: Держкомстат, 2007. — 60 с.

9. Статистичний збірник: Таблиці «витрати—випуск» України за 2004 рік в основних цінах. — К.: Держкомстат, 2006. — 62 с.

10. Дербенцев В. Д. Моделювання складових валової доданої вартості національної економіки // Моделювання та інформаційні системи в економіці. Зб. наук. праць. Вип. 81. — К.: КНЕУ, 2010. — С. 144—150.

Статтю подано до редакції 14.04.10 р.

УДК 303.732.4:311.17

Т. С. Наконечний, канд. екон. наук,
ТОВ «КУА Авіста Аіста АМК», ген. директор,

М. В. Вашків, магістр,
ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ЛЬОНУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

АНОТАЦІЯ. У статті проведено аналіз вирощування та переробки льону, обґрунтована доцільність відродження льонарства, запропонована оптимізаційна економіко-математична модель вирощування та переробки льону, розглянуті аспекти її реалізації на ЕОМ.

ANNOTATION. The authors of the article analyse the process of growing and processing flax, prove the expedience of flax production revival, suggest optimizing economic and mathematical model of growing and processing flax, review aspects of its implementation on a computer.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Льонарство, відродження льонопродуктового підкомплексу, математичне моделювання, оптимізаційна економіко-математична модель.

Людство повертається до використання натуральних волокон через їх екологічність та відновлюваність. Тому льон-довгунець є перспективною та економічно ефективною сільськогосподарською культурою. З нього отримують насіння, що містить унікальний набір вітамінів та мікроелементів, та солом (тресту), яка є сировиною для текстильної, автомобільної, будівельної, целюлозно-паперової, фармацевтичної та інших галузей народного господарства.

У табл. 1 приведено дані виробництва льоноволокна та лляного насіння у світовому масштабі.

Таблиця 1

**ДИНАМІКА ВИРОБНИЦТВА ЛЬОНОВОЛОКНА
ТА ЛЛЯНОГО НАСІННЯ У СВІТІ***

Роки	Виробництво, тис. тонн					
	Льоноволокно			Лляне насіння		
	у світі	у т. ч. в Україні	у %	у світі	у т. ч. в Україні	у %
1995	715,7	48,2	6,7	2525,1	125,0	1,0
2000	499,5	8,3	1,7	2060,7	5,0	0,2
2001	620,6	12,3	2,0	1903,2	6,4	0,3
2002	786,8	11,0	1,4	1978,7	7,0	0,4
2003	770,2	10,9	1,4	2122,0	10,9	0,5
2004	1006,9	16,2	1,6	2040,0	16,2	0,8
2005	1009,3	12,7	1,3	2781,3	28,2	1,0
2006	780,2	5,3	0,7	2559,9	61,5	2,4
2007	680,0	3,8	0,6	1933,8	11,4	0,6

*) Дані FAO (www.fao.org)

Дані табл. 1 підтверджують, що, незважаючи на значний ріст виробництва синтетичних матеріалів, льоноволокно використовується у світі на сталому рівні. У 2005 році порівняно з 1995 виробництво льоноволокна зросло на 41 % (у світі). Однак в Україні ця галузь знаходиться в кризовому стані. Якщо у 1995 році у нашій країні виробляли 48,2 тис. т льоноволокна, то в 2007 — тільки 3,8 тис. т, тобто зменшення майже у 13 разів. У результаті Україна імпортує неякісний одяг та відповідну сировину. Звідси, важливою народногосподарською проблемою є відновлення льонарства.

**СТРУКТУРА СВІТОВИХ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА
ЛЬОНОВОЛОКНА, тис. т***

Країна	1992	Частка у світовому виробництві, %	2007	Частка у світовому виробництві, %	У % 2007 до 1992 року
Україна	105,0	18,06	3,8	0,59	3,62
Білорусь	60,7	10,43	38,8	6,03	63,92
Росія	77,9	13,39	47,5	7,38	60,98
Китай	227,0	39,03	429,6	66,79	189,25
Західна Європа	83,0	14,28	112,0	17,41	134,94
Східна Європа	16,7	2,87	2,6	0,40	15,57
Єгипет	11,3	1,94	9,0	1,40	79,65
Всього у світі	581,7	100,0	643,3	100,0	110,59

*) Дані FAO (www.fao.org)

Дані табл. 2 вказують на те, що розвинені країни світу збільшили виробництво льоноволокна майже на 11 %, у тому числі Китай — 189,25 %, Західна Європа — 134,94 %. Саме тому Китай є одним з найвідоміших експортерів виробів з льоноволокна. Однак Україна зменшила виробництво цієї важливої сировини на 96,38 %.

У табл. 3 приведено динаміку посівних площ, валового збору та урожайності льону.

Дані табл. 3 відтворюють глибоку кризу в льонарстві. Практика розвинених країн підтверджує доцільність відновлення цієї галузі. Цим процесом необхідно керувати, а тому потрібно використовувати інформаційні технології, у тому числі — математичне моделювання.

Нами розроблена і реалізована на ЕОМ лінійна стохастична модель вирощування та переробки льону-довгунця в умовах невизначеності.

**ДИНАМІКА ПОСІВНИХ ПЛОЩ, УРОЖАЙНОСТІ
ТА ВАЛОВОГО ЗБОРУ ЛЬОНОВОЛОКНА***

№ п/п	Показник	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1	Посівна площа, тис. га	172	98	23	27	29	32	38	25	14	13	12
2	Площа, з якої зібраний урожай, тис. га	169,4	95,8	19,8	23,6	24,6	26,6	32,2	23,6	10,3	11,5	5,8
3	Урожайність льоноволокна, ц/га	6,4	5,0	4,2	5,2	4,5	4,1	5,0	5,4	5,1	3,3	5,1
4	Валовий збір льоноволокна, тис. т	108,1	48,2	8,3	12,3	11,0	10,9	16,2	12,7	5,3	3,8	3,0

*) Статистичні збірники Держкомстату України за 1990—2008 рр.

У роботі [1, с. 1272—1280] запропонована стохастична економіко-математична модель вирощування та переробки льону, однак її реалізація на ЕОМ є досить складною, зважаючи на велику розмірність і практичну неможливість побудови функцій розподілу ймовірностей параметрів моделі. Тому використаємо табличні функції розподілу, які можна побудувати на основі статистичної інформації, наукових досліджень та експертних оцінок. Оскільки на процеси виробництва у сільському господарстві впливають метеорологічні умови, то виділяється Θ ($\Theta \in \Theta$), станів погодних умов, кожному з яких відповідає ймовірність $P(\Theta)$.

Необхідно знайти оптимальний план вирощування та переробки льону в умовах невизначеності. Оскільки маємо табличні функції розподілу, то оптимізація реалізується в інформаційній ситуації І1 [2, с. 241].

Нехай маємо льонозавод потужністю i ($i \in I$), який можна реконструювати або побудувати новий у даному пункті більшої потужності. Необхідно визначити площі посіву льону різних сортів, кількість збиральних комплексів, режими вирощування і переробки трести. Техніко-економічні процеси вирощування і переробки льону суть неперервні та стохастичні, а тому для виявлення резервів підвищення ефективності функціонування та розвитку об'єднання з вирощування та переробки льону необхідно розробити відповідну модель. При цьому треба враховувати, що техніко-еко-

номічні показники (урожайність, собівартість, ціна тощо) формуються під дією ряду некерованих факторів (погодні умови, науково-технічний прогрес, попит і пропозиція на кінцеву продукцію та таке інше).

Нехай об'єднання планує вирощувати i ($i \in I$) сортів льону за відповідними технологіями. Якщо даний сорт льону вирощується по кількох технологіях, то кожен варіант сорт—технологія позначаємо відповідним індексом. Такий підхід дає можливість зменшити розміри матриці економіко-математичної моделі.

Льон залежно від погодних умов і напрямку подальшого використання (волокно чи насіння) збирають у відповідному j -ому підперіоді ($j \in J$).

Важливим процесом технології вирощування та переробки льону є перетворення соломи в тресту. Цей процес може продовжуватися від 14 до 40 діб. Вказаний термін залежить від температури навколишнього середовища та показників вологості (дощі, роса). Тому збирання трести кожного сорту льону з поля рулонами відбувається у відповідні підперіоди. Нехай таких підперіодів маємо r ($r \in R$), у свою чергу переробка трести на льонозаводі здійснюється протягом h ($h \in H$) підперіодів. Отже, льон даного сорту i , вирощений по відповідній технології, у погодних умовах θ , може бути вибраний у j -му підперіоді, треста піднята в r -му підперіоді, яка буде перероблена у h -му підперіоді. Кожному варіантові індексів i, j, r, h, θ відповідають певні значення техніко-економічних показників.

У сучасній науковій літературі значна увага приділяється обґрунтуванню критеріїв оптимізації. Будемо використовувати результати досліджень академіка О. Онищенко [3], тобто в якості критеріїв оптимальності використаємо максимізацію математичного сподівання кінцевої товарної продукції, валового прибутку та рентабельності як відношення прибутку до собівартості. Крім цього, включаємо у модель показники, які формують оптимальний рівень економічного ризику.

Математичне сподівання товарної продукції обчислюється за формулою:

$$Z_1 = M \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{r \in R} \sum_{h \in H} \sum_{\theta \in \Theta} P(\theta) (C_{ijr h \theta} \cdot a_{ijr h \theta} \cdot d_{ijr h \theta} + \right. \quad (1) \\ \left. + \bar{C}_{ijr h \theta} \cdot a_{ijr h \theta} \cdot \bar{d}_{ijr h \theta}) X_{ijr h} \right)$$

Математичне сподівання валового прибутку обчислюється за формулою:

$$Z_2 = M \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{r \in R} \sum_{h \in H} \sum_{\theta \in \Theta} P(\theta) \left((C_{ijrh\theta} - \bar{C}_{ijrh\theta}) \cdot a_{ijrh\theta} \cdot d_{ijrh\theta} + \right. \right. \quad (2)$$

$$\left. \left. + (\bar{C}_{ijrh\theta} - C_{ijrh\theta}) \cdot a_{ijrh\theta} \cdot \bar{d}_{ijrh\theta} \right) X_{ijrh} \right)$$

Рентабельність обчислюється за формулою:

$$Z_3 = \frac{Z_2}{M(C)}, \quad (3)$$

де $M(C)$ — математичне сподівання собівартості, яке обчислюється за формулою:

$$M(C) = M \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{r \in R} \sum_{h \in H} \sum_{\theta \in \Theta} P(\theta) \left(C_{ijrh\theta} \cdot a_{ijrh\theta} \cdot d_{ijrh\theta} + \right. \right.$$

$$\left. \left. + \bar{C}_{ijrh\theta} \cdot a_{ijrh\theta} \cdot \bar{d}_{ijrh\theta} \right) X_{ijrh} \right)$$

Мінімізація коефіцієнта варіації відповідно товарної продукції, прибутку та рентабельності:

$$CV(Z_1) = \frac{G(Z_1)}{M(Z_1)},$$

$$CV(Z_2) = \frac{G(Z_2)}{M(Z_2)},$$

$$CV(Z_3) = \frac{G(Z_3)}{M(Z_3)}.$$

Максимізація інградієнтів відповідно товарної продукції, прибутку та рентабельності:

$$\max Z_4 = Z_1 - kG(Z_1),$$

$$\max Z_5 = Z_2 - kG(Z_2),$$

$$\max Z_6 = Z_3 - kG(Z_3),$$

де X_{ijrh} — площа посіву льону i -го сорту, урожай з якої вибрано в j -тий підперіод, треста піднята в r -тий підперіод, яка перероблена на льонозаводі в h -тий підперіод;

$\Pi_{ijrh\theta}$, $\bar{\Pi}_{ijrh\theta}$ — відповідно ціна одиниці льоноволокна і насіння, які відповідають індексам i, j, r, h, θ ;

$a_{ijrh\theta}$ — обсяг одержаної соломи з одного гектара посіву i -го сорту, зібраної і переробленої у j -му, r -му і h -му підперіодах за θ -погодних умов;

$\Pi_{ijrh\theta}$, $\bar{\Pi}_{ijrh\theta}$ — відповідно частка виходу волокна і насіння з одиниці соломи i -го сорту, зібраної і переробленої у j -му, r -му і h -му підперіодах за θ -погодних умов;

$C_{ijrh\theta}$, $\bar{C}_{ijrh\theta}$ — відповідно собівартість одиниці льоноволокна і насіння, які відповідають індексам i, j, r, h за θ -погодних умов;

k — параметр, який відображає схильність до ризику.

Обмеження:

1) по площі посіву льону:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{r \in R} \sum_{h \in H} X_{ijrh} \leq S, \text{ де } S \text{ — планова площа посіву льону;}$$

2) по потужності льонозаводу:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{r \in R} a_{ijrh\theta} X_{ijrh} \leq B_{h\theta}, \quad (h \in H), (\theta \in \Theta),$$

де $B_{h\theta}$ — потужність льонозаводу в h -му підперіоді за θ -погодних умов;

3) по потужності збиральної техніки (комбайнів) для брання льону:

$$\sum_{r \in R} \sum_{h \in H} X_{ijrh} \leq b_{ij\theta} Y, \quad (i \in I), (j \in J), (\theta \in \Theta),$$

де Y — кількість збиральних комплексів; $b_{ij\theta}$ — площа i -го сорту льону, який буде вибрано одним агрегатом в j -тий підперіод за θ -погодних умов;

4) по потужності збирання трести з поля (в рулони):

$$\sum_{h \in H} a_{ijrh\theta} X_{ijrh} \leq b_{ijr\theta} U, \quad (i \in I), (j \in J), (r \in R), (\theta \in \Theta),$$

де U — кількість збиральних агрегатів для підйому трести з поля (формування рулонів); $b_{ijr\theta}$ — норма збирання трести, одержаної з i -го сорту льону, який вибрано в j -тий підперіод, піднято за r -тий відтинок за θ -погодних умов;

5) по ресурсах, що використовуються для вирощування льону:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{r \in R} \sum_{h \in H} a_{fijrh\theta} X_{ijrh} \leq A_{f\theta}, (f \in F_1), (\theta \in \Theta),$$

де $a_{fijrh\theta}$ — норма витрат f -го ресурсу на один гектар посіву льону i -го сорту, які відповідають індексам j, r, h за θ -погодних умов;

$A_{f\theta}$ — обсяг наявного f -го ресурсу за θ -погодних умов;

F_1 — множина ресурсів, що використовуються для вирощування льону;

6) по ресурсах, що використовуються льонозаводом при переробці трести:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{r \in R} \sum_{h \in H} \bar{a}_{fijrh\theta} X_{ijrh} \leq A_{f\theta}, (f \in F_2), (\theta \in \Theta),$$

де $\bar{a}_{fijrh\theta}$ — норма витрат f -го ресурсу на переробку трести на волокно з одного гектара посіву льону i -го сорту, які відповідають індексам j, r, h за θ -погодних умов;

F_2 — множина ресурсів, що використовуються для переробки трести льонозаводом;

7) обмеження по розмаху (економічному ризику) товарної продукції:

$$Z_{10} - Z_{11} \leq R_1,$$

де Z_{10}, Z_{11} — відповідно максимальний та мінімальний обсяг товарної продукції за найкращих та найгірших погодних умов;

R_2 — нормативний розмах товарної продукції;

8) обмеження по розмаху (економічному ризику) прибутку:

$$Z_{20} - Z_{21} \leq R_2,$$

де Z_{20} , Z_{21} — відповідно максимальний та мінімальний осяг прибутку за найкращих та найгірших погодних умов;

R_2 — нормативний розмах прибутку;

9) по невід'ємності змінних: $X_{ijrh} \geq 0$, $Y \geq 0$, $U \geq 0$.

В цю економіко-математичну модель можуть бути включені умови реалізації основної та побічної продукції або співвідношення виробництва головних видів основної продукції, перш за все між виробництвом льоноволокна та насіння.

Експериментальна реалізація розробленої економіко-математичної моделі здійснювалася на ТОВ «Українська лляна компанія» Семенівського району, Чернігівської області. Це товариство має 1500 га ріллі: 800 га використовує на виробництво зерна, 700 га — для вирощування льону-довгунця. Оскільки остання культура має займати у сівозміні тільки 1/7 площі від всієї орної землі, то бачимо порушення сівозміни, а це призводить до деградації земельних ресурсів. Крім того, потрібно розвивати галузь великої рогатої худоби, що дасть можливість забезпечити господарство органічними добривами. Тож необхідно створити неприбутковий кооператив по вирощуванню та переробці льону-довгунця, який повинен мати у своєму розпорядженні 4900 га ріллі. Цей кооператив має реалізувати товарної продукції на суму 18928 тис. грн, в тому числі від зернових — 7122, льоноволокна — 5519, насіння льону — 1372 тис. грн. Отриманий прибуток від реалізації продукції складає 6009 тис. грн, рентабельність — 52,48 %.

Отже, використання інформаційних технологій дає можливість суттєво підвищити економічну ефективність сільськогосподарських формувань, які спеціалізуються на вирощуванні та переробці льону-довгунця.

Література

1. Економіка: проблеми теорії та практики: Збірник наук. праць. Вип. 256: В 10 т. — Т. V. — Дніпропетровськ: ДНУ, 2009. — 292 с.
2. Вітлінський В. В., Великоіваненко Г. І. Ризикологія в економіці та підприємстві: Монографія. — К.: КНЕУ, 2004. — 480 с.
3. Онищенко О. М. Оптимізація галузевої структури сільськогосподарських підприємств. — К.: Урожай, 1972. — 207 с.

Статтю подано до редакції 01.06.10 р.