

*І. В. Хлівна,
к. е. н., доцент кафедри фінансів,
обліку і аудиту, Уманська філія ПВНЗ "Європейський університет"*

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ЯК ПІДВИЩЕННЯ ЗЯЙНЯТОСТІ НА СЕЛІ

*I. V. Hlivna,
Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor of Finance and Accounting Branch Uman PVNZ "European University"*

ECONOMICS AND MATHEMATICAL PROBLEM OPTIMIZATION OF AGRICULTURE AS ZYAUNYATOSTI INCREASE IN VILLAGES

У статті досліджено економіко-математичні задачі оптимізації сільського господарства як напрям підвищення зайнятості на сільському ринку праці. Розглянуто основні моделі дослідження динаміки сільського населення, розвитку сільського господарства. Надано пропозиції про доцільність здійснення заходів (попередньо проімітувавши їх у моделі) за умов оптимізації виробничих витрат і максимізації рівня ефективності господарювання.

The article examines the economic and mathematical optimization problem of agriculture as the direction of increasing employment in the rural labor market. The basic model study of the dynamics of the rural population, the development of agriculture. The proposals on the feasibility of measures (pre proimituvavshy them in the model) in terms of optimizing production costs and maximizing efficiency level of management.

Ключові слова: економіко-математичні моделі, моделювання, прогнозування, зайнятість, сільське господарство, витрати.

Key words: economic and mathematical model simulation, forecasting, employment, agriculture, costs.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Сучасний економічний розвиток сільського господарства вимагає значної кількості техніко-економічних розрахунків. До них слід віднести розробку технологічних нормативів використання ресурсів, бізнес-планування, обґрунтування суми необхідного кредиту, ведення бухгалтерського обліку та багато інших. Усього цього неможливо досягти без використання персональних комп'ютерів, роль яких в аграрному виробництві дедалі зростає. Успішний менеджмент нерозривно пов'язаний з широким використанням комп'ютерів. Досвід використання комп'ютерів показує, що трудомісткість обробки інформації і виконання аналітичних робіт скорочується у 5–6 разів, створюються можливості для розробки оптимальних варіантів господарської діяльності, які забезпечують її максимальну ефективність.

Важливою складовою є моделювання виробничих ситуацій та оптимізаційне планування. При цьому використовують фізичні, аналогові й математичні моделі. Фізична модель являє собою збільшену або зменшену копію об'єкта дослідження шляхом його відповідного опису. Аналогова модель — це розробка аналогу досліджуваного об'єкта, який поводить себе як реальний об'єкт, але не виглядає таким. Математична, або символічна модель використовує символи для опису властивостей і характеристик об'єкта чи події. Усе більшого поширення набуває система генерального алгебраїчного моделювання (GAMS), розроблена у Світовому банку та Техаському університеті.

Першим і найважливішим етапом побудови моделі, від якого залежить вирішення управлінської проблеми, є постановка задачі. Використання математики і комп'ютера не принесе жодної користі, якщо проблему не буде точно діагностовано. Як зазначав А. Ейнштейн, правильна постановка задачі має більше значення, ніж її розв'язання. Особливо це важливо в менеджменті, де вся діяльність пов'язана з прийняттям управлінських рішень. Серед основних моделей дослідження динаміки сільського населення, розвитку сільського господарства слід виокремити такі: теорію ігор, теорію черг, управління запасами, лінійне програмування, імітаційне моделювання та економічний аналіз.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питання застосування математичних моделей в сільському господарстві завжди привертало увагу науковців. Вітчизняні і зарубіжні вчені здобули значних результатів у розв'язанні

заних задач структурної оптимізації виробничих процесів. Питанням системного аналізу та моделювання економіки присвячені роботи Вітлінського В.В., Глушкова В.М., Згуровського М.З., Івахненка О.Г., Монахова А.В., Ляшенка І.М. та ін. Цими авторами розроблені моделі та методи дослідження економічних систем. Суттєвий вклад у теорію економіко-математичного моделювання галузей національного господарства внесли наукові праці Бакаєва О.О., Смельянова О.С., Панченка А.І., Кравченка В.М., Кириленка І.Г. та ін.

На жаль, не всі теоретичні розробки знаходять широке застосування на практиці. Сьогодні важливим завданням постає пошук моделей, що найбільш відповідають сучасним реаліям господарювання та впровадження результатів моделювання у виробництво, враховуючи при цьому різні критерії оптимальності. На даному етапі практично відсутні економіко-математичні моделі, що відображають особливості процесу відтворення у сільському господарстві, його стохастичну природу, взаємозв'язок галузей, нелінійність і мінливість в ринкових умовах господарювання.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Проаналізувати економіко-математичні задачі оптимізації сільського господарства як напрям підвищення зайнятості на сільському ринку праці. Обґрунтувати подальші напрямки щодо доцільності здійснення заходів (попередньо проімітувавши їх у моделі) за умов оптимізації виробничих витрат і максимізації рівня ефективності господарювання.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сьогодні багато аграрних підприємств в Україні вже забезпечені комп'ютерами. Передусім це стосується автоматизації бухгалтерського обліку та планово-економічних розрахунків. Однак окремі підприємства вже ставлять перед собою завдання забезпечити комп'ютером кожний виробничий підрозділ, створити зв'язок між комп'ютерами як єдиною комунікативною мережею. Це робиться з метою вдосконалення управління і впровадження оперативного контролю за виробничими витратами на підприємстві.

Зручним засобом при бюджетному плануванні є електронні таблиці, зокрема програма Excel. За допомогою цих таблиць легко здійснювати бюджетне планування: розробляти виробничі бюджети за видами продукції, часткові бюджети, бюджети руху готівки, бізнес-плани, інвестиційні проекти тощо, а та-

Таблиця 1. Параметри сільського господарства

№з/п	Показник	Одиниця виміру	Параметри
1	Землі всього	га	10,0
2	Зокрема, сільгоспугідь	-//-	9,5
3	З них ріллі	-//-	9,5
4	Вартість будівель та споруд	тис. грн.	500,0
5	Вартість трактора МТЗ-80	тис. грн.	400,0
6	Вартість сільгоспінвентарю	тис. грн.	40,0
7	Зокрема: плугів	-//-	5,0
8	сівалок	-//-	25,0
9	культиваторів	-//-	8,0
10	борін	-//-	2,0
11	Посівна площа на плановий рік	га	9,5

Таблиця 2. Види та номери змінних показників

Вид змінного показника	Одиниця виміру	Номер
Ячмінь	га	X ₁
Жито	-//-	X ₂
Картопля	-//-	X ₃
Помідори	-//-	X ₄
Капуста	-//-	X ₅
Огірки	-//-	X ₆
Інші овочі	-//-	X ₇
Загальна площа посіву	-//-	X ₈
Потреба в азотних добривах	кг діючої речовини	X ₉
Потреба у фосфорних добривах	-//-	X ₁₀
Потреба в калійних добривах	-//-	X ₁₁
Обсяг механізованих робіт	ум.-еталон. га	X ₁₂
Затрати робочого часу фермера та членів його сім'ї за рік	люд.-год	X ₁₃
Затрати праці залучених працівників за рік	-//-	X ₁₄
Затрати праці залучених працівників у піковий період	-//-	X ₁₅
Оплата праці залучених працівників	грн	X ₁₆
Вартість садивного матеріалу	-//-	X ₁₇
Вартість мінеральних добрив	-//-	X ₁₈
Витрати пального	л	X ₁₉
Вартість пального	грн	X ₂₀
Обсяг транспортних робіт	т/км	X ₂₁
Вартість транспортних робіт	грн	X ₂₂
Витрати на капітальний ремонт техніки	-//-	X ₂₃
Вартість гужових робіт	-//-	X ₂₄
Витрати на поточний ремонт техніки	-//-	X ₂₅
Витрати на технічне обслуговування та заміну гуми	-//-	X ₂₆
Інші операційні витрати	-//-	X ₂₇
Грошові надходження	-//-	X ₂₈
Кошти на придбання оборотних фондів	-//-	X ₂₉
Валовий прибуток	-//-	X ₃₀
Середньомісячний фонд робочого часу фермера	люд.-год	X ₃₁

Таблиця 3. Результати розв'язання задачі оптимізації виробничих витрат

Показник	Варіанти моделі			
	1	2	3	4
Площа посіву, га				
Ячмінь	3,5	—	3,5	0,2
Жито	1,5	3,2	1,5	—
Картопля	2,3	—	2,8	—
Помідори	2,3	0,6	0,5	—
Капуста	0,5	—	0,5	0,9
Огірки	0,2	5,7	0,2	4,7
Інші овочі	1,0	—	0,5	3,7
Операційні виробничі витрати, грн.	479 125	379 043	506 373	528 058
Зокрема:				
Оплата праці залучених працівників	160	160	160	160
вартість садивного матеріалу	262 550	67 209	296 050	130 645
вартість мінеральних добрив	10 810	10 588	11 006	13 011
вартість пального	98 019	142 011	94 795	179 679
вартість транспортних робіт	98 020	142 011	95 795	179 679
витрати на капітальний ремонт	1308	3654	1099	4486
витрати на поточний ремонт	1626	4561	1365	5605
витрати на техобслуговування	2025	8849	2013	7212
інші витрати	4606	—	5091	7581
Грошові надходження, тис. грн.	2156,9	832,5	2250,9	7321,9
Валовий прибуток, тис. грн.	1677,8	453,5	1744,5	6793,8

кож можна розв'язувати невеликі кореляційні задачі, обробляти статистичну інформацію та здійснювати її аналіз.

На рівні аграрного підприємства використання електронних таблиць дає змогу проводити оперативне планування і контроль за діяльністю виробничих підрозділів. При цьому дана робота може здійснюватися безпосередньо на виробництві — у тракторній бригаді, автопарку, ремонтній майстерні, на молочнотоварній фермі. Це досягається завдяки простоті користування електронними таблицями та можливості забезпечення комп'ютерами виробничого підрозділу.

За приклад оптимізаційного планування візьмемо оптимізацію галузевої структури фермерського господарства через критерій мінімізації виробничих витрат. Для спрощення економіко-математичної моделі розробимо її для умов короткострокового періоду. За цільову функцію приймемо мінімум змінних виробничих витрат [1]:

$$\sum_{j=1}^n P_j X_j \rightarrow \min \quad (1),$$

де P_j — ціна одиниці j -го виду ресурсу; X_j — обсяг використання j -го виду ресурсу.

У результаті розв'язання даної задачі ми повинні обчислити кількість ресурсів за їхніми видами, яку потрібно використати у виробництві для досягнення встановлених показників господарської діяльності за мінімальних виробничих витрат. Визначившись з переліком змінних величин та складом і кількістю обмежень, запишемо власне самі обмеження: 1) за використанням земельної площі; 2) за дотриманням сівозміну; 3) за питомою вагою певних видів культур у загальній площі посіву; 4) за забезпеченням азотними добривами; 5) за забезпеченням фосфорними добривами; 6) за забезпеченням калійними добривами; 7) за балансом кормів, усього; 8) за балансом перетравного протеїну; 9) обмеження балансу кормів за їхніми видами; 10) обмеження потреби кормів за видами тварин; 11) обмеження потреби перетравного протеїну за видами тварин; 12) за структурою окремих видів кормів; 13) за виходом соломи; 14) за виходом органічних добрив; 15) за структурою стада; 16) за обсягом механізованих робіт; 17. За строком виконання робіт; 18) за використанням робочого часу; 19) за найбільш напруженим періодом використання робочого часу; 20) за сумою змінних виробничих витрат; 21) за грошовими надходженнями; 22) за валовим прибутком [2; 4].

На основі описаної економіко-математичної задачі оптимізації виробничих витрат побудуємо й розв'яжемо числову економіко-математичну модель на прикладі умовного фермерського господарства. У табл. 1 показано основні параметри цього господарства, виходячи з яких розроблені техніко-економічні коефіцієнти та константи задачі.

У табл. 2 визначено види й номери змінних і констант, необхідні для побудови моделі.

А в табл. 3 — техніко-економічні коефіцієнти, зокрема обсяги й календарні строки виконання робіт у найбільш напружені періоди виробничого циклу, обсяги умовної оранки, затрати праці за культурами й вартість садивного матеріалу в розрахунку на гектар, плану врожайності сільськогосподарських культур, потребу в мінеральних добривах за їхніми видами та в паливно-мастильних матеріалах на гектар, обсяги транспортних робіт, витрати на капітальний і поточний ремонт і техдогляди у розрахунку на гектар, затрати праці у фермерському господарстві, в тому числі у найбільш напружені періоди робіт, вихід товарної продукції з гектара посівних площ, реалізаційні ціни центнера продукції та грошові надходження [3].

До основних констант моделі слід віднести загальну посівну площу (9,5 га), річний фонд робочого часу фермера та членів його сім'ї (5000 люд.-год), їхній місячний фонд робочого часу (417 люд.-год), річний еталонний виробіток трактора МТЗ-80 (1800 ум.-еталон. га), суму готівки, яку фермер може використовувати у процесі виробництва протягом року (23 тис. грн), наявність грошових коштів з урахуванням короткострокових банківських позик для придбання оборотних засобів (500 тис. грн). Маючи необхідні техніко-економічні коефіцієнти і константи, побудуємо числову

економіко-математичну модель, яка має такий вигляд:

1. Обмеження за використанням ріллі:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 - X_8 < 0.$$

Дане обмеження означає, що загальна площа посіву не може бути більшою ніж 9,5 га.

2. Обмеження дотримання сівозмін:

$$X_1 + X_2 - X_3 - X_4 - X_5 - X_6 - X_7 < 0,$$

яке показує, що площа посіву під картоплею, помідорами, огірками та іншими овочами не може бути більшою за площу посіву зернових культур.

3. Обмеження за питомою вагою помідорів у структурі посівних площ:

$$X_4 - 0,05X_8 < 0.$$

Оскільки помідори є найбільш трудомісткою культурою, вводиться умова, що в структурі посівних площ вони не можуть перевищувати певної питомої ваги. У нашому прикладі це 5%.

4. Обмеження за азотними добривами:

$$45X_1 + 40X_2 + 120X_3 + 90X_4 + 120X_5 + 60X_6 + 70X_7 - X_9 = 0.$$

5. Обмеження за фосфорними добривами:

$$55X_1 + 40X_2 + 90X_3 + 120X_4 + 120X_5 + 90X_6 + 80X_7 - X_{10} = 0.$$

6. Обмеження за калійними добривами:

$$45X_1 + 40X_2 + 150X_3 + 90X_4 + 120X_5 + 90X_6 + 100X_7 - X_{11} = 0.$$

7. Обмеження за обсягом механізованих робіт:

$$4X_1 + 3,8X_2 + 3,9X_3 + 28X_4 + 3,9X_5 + 35X_6 + 30X_7 - X_{12} < 0$$

при $X_{12} = 1800$.
Воно означає, що загальний обсяг механізованих робіт у фермерському господарстві не може бути більшим за річну продуктивність трактора МТЗ-80, яка становить 1800 га умовної еталонної оранки.

8. Обмеження за використанням робочого часу:

$$15X_1 + 9,4X_2 + 175X_3 + 1040X_4 + 320X_5 + 765X_6 + 300X_7 - X_{13} - X_{14} = 0$$

при $X_{13} = 5000$, де 5000 люд.-год — річний фонд робочого часу фермера й членів його сім'ї.

9. Обмеження за найбільш напруженим періодом використання робочого часу (піковим):

$$2,1X_1 + 2,8X_2 + 70X_3 + 312X_4 + 16,5X_5 + 38,3X_6 + 60X_7 - X_{15} - X_{31} = 0$$

при $X_{15} = 160$; $X_{31} = 417$, $X_{14} - X_{15} > 0$, де 417 люд.-год — середньомісячний фонд робочого часу фермера та членів його сім'ї, 160 люд.-год — можливі затрати праці залучених працівників у піковий період сільськогосподарських робіт.

10. Обмеження за оплатою праці залучених працівників:

$$10X_{14} - X_{16} = 0.$$

11. Обмеження за витратами на садивний матеріал:

$$1840X_1 + 1980X_2 + 92\ 000X_3 + 28\ 000X_4 + 2000X_5 + 7700X_6 + 25\ 000X_7 - X_{17} = 0.$$

12. Обмеження за вартістю мінеральних добрив:

$$11X_9 + 9X_{10} + 6X_{11} - X_{18} = 0,$$

де коефіцієнти показують вартість кілограма діючої речовини відповідного виду добрив.

13. Обмеження за витратами пального:

$$113,1X_1 + 101X_2 + 221X_3 + 394,7X_4 + 429,4X_5 + 400,2X_6 + 350X_7 - X_{19} = 0$$

14. Обмеження за вартістю пального: $50X_{19} - X_{20} = 0$.

15. Обмеження за обсягами транспортних робіт:

$$20X_1 + 15X_2 + 170X_3 + 80X_4 + 160X_5 + 90X_6 + 110X_7 - X_{21} = 0.$$

16. Обмеження за вартістю транспортних робіт:

$$10X_{20} - X_{22} = 0,$$

де коефіцієнт показує вартість одного тонно-кілометра.

17. Обмеження за витратами на капітальний ремонт трактора й сільськогосподарських машин:

$$64X_1 + 61X_2 + 63X_3 + 448X_4 + 63X_5 + 560X_6 + 480X_7 - X_{23} = 0.$$

18. Обмеження за витратами на поточний ремонт трактора й сільськогосподарських машин:

$$80X_1 + 76X_2 + 78X_3 + 550X_4 + 75X_5 + 700X_6 + 600X_7 - X_{24} = 0.$$

19. Обмеження за витратами на технічне обслуговування й заміну гуми:

$$100X_1 + 152X_2 + 156X_3 + 1120X_4 + 157X_5 + 1350X_6 + 180X_7 - X_{25} = 0.$$

20. Обмеження за іншими виробничими витратами:

$$105X_1 + 110X_2 + 1250X_3 + 1140X_4 + 310X_5 + 1115X_6 + 280X_7 - X_{26} = 0.$$

21. Обмеження за грошовими надходженнями:

$$14\ 400X_1 + 14\ 400X_2 + 368\ 000X_3 + 1\ 280\ 000X_4 + 297\ 000X_5 + 1\ 350\ 000X_6 + 180\ 000X_7 - X_{27} = 0.$$

22. Обмеження за використанням готівки:

$$X_{16} - X_{28} \leq 23\ 000.$$

23. Обмеження за наявними коштами для придбання оборотних фондів:

$$X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{20} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} - X_{29} = 0$$

при $X_{29} \leq 500\ 000$.

24. Обмеження за валовим прибутком:

$$X_{27} - X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{20} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} = 0.$$

Цільова функція моделі має такий вигляд:

$$X_{10} + X_{17} + X_{18} + X_{20} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} \rightarrow \min.$$

У табл. 3 подано результати розв'язання задачі з використанням ПК. Задача розв'язувалася за чотири варіантами залежно від змін окремих обмежень моделі. Так, варіант 2 передбачав скасування обмеження за дотриманням сівозмін, варіант 3 — скасування обмеження за мінімумом коштів на придбання оборотних фондів, варіант 4 — скасування обох названих вище обмежень.

ВИСНОВОК

Аналізуючи розв'язання задачі за різними варіантами моделі, можна дійти висновку про доцільність здійснення тих чи інших заходів (попередньо промітувавши їх у моделі) за умов оптимізації виробничих витрат і максимізації рівня ефективності господарювання. У нашому прикладі доцільним є варіант 3 моделі, оскільки він забезпечує дотримання майже всіх вимог базової моделі. Варіанти 2 і 4 моделі є недоцільними з причин порушення сівозмін і високої інтенсивності використання наявних трудових ресурсів. Пояснюється це тим, що вирощування овочів в умовах селянських господарств здійснюється переважно вручну, й тому з такою концентрацією виробництва трудомісткої продукції фермерське господарство не зможе справитися.

Результатом розв'язання задачі є також одержання значень двоїстих оцінок обмежень, які показують, наскільки зміниться сума операційних виробничих витрат у разі зміни змінної на одиницю її розмірності. Цю інформацію використовують не тільки для поточного та перспективного планування, а й для прийняття управлінських рішень. За результатами розв'язання задачі, використовуючи значення двоїстих оцінок, можна дати відповідь на низку важливих запитань, що стосуються функціонування фермерського господарства: 1. Чи доцільно додатково орендувати землю та яка гранична орендна плата за гектар землі може бути виплачена орендодавцю? 2. Чи доцільно залучати додаткову робочу силу для роботи в господарстві та яку максимальну оплату праці однієї людино-години може допустити фермер? 3. Яка гранична ціна, з позиції мінімального рівня прибутковості господарювання, може бути за одиницю купованих матеріальних ресурсів (добрив, пального, насіння тощо)? 4. Як зміниться прибуток у результаті зміни потужності трактора, що використовується у господарстві? 5. Як зміниться прибуток, якщо замість оранки з повним оборотом скиби землі застосувати безполицевий обробіток ґрунту?

Усі ці та інші запитання мають безпосередній зв'язок з виробничими витратами. До переваг оптимізації виробничих витрат за допомогою комп'ютера слід віднести і той факт, що розроблена модель може бути використана в кожному наступному виробничому циклі з метою ефективнішого комбінування виробничих ресурсів в умовах зміни окремих техніко-економічних коефіцієнтів (цін на промислову й сільськогосподарську продукцію, системи оподаткування тощо). Отже, оптимізація виробничих витрат за своїм економічним змістом є логічним завершенням математичної інтерпретації функції виробничих витрат.

Література:

- Вітлінський В.В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком / В.В. Вітлінський, П.І. Верченко. — К.: КНЕУ, 2000. — 292 с.
- Дробот В.І. Прогнозування і планування агропромислового виробництва в ринкових умовах / В.І. Дробот, М.І. Толкач // Економіка АПК. — 2002. — № 6. — С. 11—15.
- Черевко О.В. Практичні аспекти прогнозування комплексного соціально-економічного розвитку регіону / О.В. Черевко // Вісник Сумського НАУ / СНАУ. — Суми: СНАУ, 2006. — Вип. 1 (20). — С. 233—238. — (Серія "Фінанси і кредит").
- Напрями ефективної державної аграрної політики та програмно-цільовий підхід державного регулювання АПК / О.В. Алейнікова // Інвестиції: практика та досвід. — 2011. — № 8. — С. 99—103.
- Транченко А.В. Методологічні основи формування та прогнозування ринку праці сільських територій / Транченко А.В. // Матер. VIII Міжнар. наук.-практ. конф. [“Економічна стратегія розвитку України у XXI столітті: Теоретичні та практичні аспекти досліджень”], (Київ, 2—3 груд. 2011 р.): у 2 ч. — К.: Нова економіка, 2011. — Ч. I. — С. 47—49.

Стаття надійшла до редакції 30.03.2013 р.