

Прийняття управлінських рішень з використанням методів економіко-математичного моделювання

Смолій Л.В.

кандидат економічних наук, доцент,
Уманський національний університет садівництва

Загороднюк О.В.

кандидат економічних наук, доцент,
Уманський національний університет садівництва

Малюга Л.М.

кандидат економічних наук, доцент,
Уманський національний університет садівництва

Еволюціонування економічного середовища, яке визначає існування сільськогосподарських підприємств та високі вимоги до їх діяльності, вимагає здійснення інвестицій в розширення виробництва сільськогосподарської продукції. Наведена в дослідженні економіко-математична модель дає змогу окремим аграрним підприємствам встановити необхідні обсяги інвестицій для придбання будь-якого окремого виду техніки для виробництва сільськогосподарської продукції, вибираючи найбільш прийнятне джерело інвестування, що за дотримання певних вимог і обмежень дає змогу мінімізувати інвестиційні витрати та сформувати раціональний інвестиційний портфель. Це дасть можливість спланувати інвестиції в оновлення технічного забезпечення виробництва за найбільш оптимальним варіантом, враховуючи продуктивність сільськогосподарської техніки та заплановані площі посіву. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку інструментарію з визначення та оптимізації ризиків, що в умовах нестабільності та невизначеності супроводжують практичну реалізацію інвестиційних проектів.

Ключові слова: динамічна економіко-математична модель, інвестування, інвестиційний проект, аграрне виробництво.

Смолий Л.В., Загороднюк О.В., Малюга Л.М. ПРИНЯТИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Эволюция экономической среды, определяющая существование сельскохозяйственных предприятий и высокие требования к их деятельности, требует осуществления инвестиций в расширение производства сельскохозяйственной продукции. Приведенная в исследовании экономико-математическая модель позволяет отдельным аграрным предприятиям установить необходимые объемы инвестиций для приобретения какого-либо отдельного вида техники для производства сельскохозяйственной продукции, выбирая наиболее подходящий источник инвестиций, который при определенных условиях и ограничениях позволяет минимизировать инвестиционные затраты и сформировать рациональный инвестиционный портфель. Это позволит спланировать инвестиции в обновление технического обеспечения производства по наиболее оптимальному варианту, учитывая производительность сельскохозяйственной техники и запланированные площади посева. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку инструментария по определению и оптимизации рисков, которые в условиях нестабильности и неопределенности сопровождают практическую реализацию инвестиционных проектов.

Ключевые слова: динамическая экономико-математическая модель, инвестирование, инвестиционный проект, аграрное производство.

Smoliy L.V., Zagorodniuk O.V., Maliuga L.M. ADMINISTRATION OF ADMINISTRATIVE DECISIONS BY USING METHODS OF ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING

Evolving economic environment which determines the existence of agricultural enterprises and high requirements to their activities demand implementation of investments in the expanded production of agri-food. In this research, the above economic and mathematical model allows individual agricultural enterprises to establish investment volumes needed for the purchase of any particular type of equipment for the agricultural production. The choice of the most appropriate source of investment minimizes investment costs and establishes a rational investment portfolio under certain conditions and limitations. This will allow agricultural enterprises to plan investments in the renewal of their facilities with regard to the production by the best option, given the productivity of agricultural machinery and the planned sowing areas. Further studies may be aimed at developing a range of tools to identify and optimize risks that accompany the practical implementation of investment projects under the conditions of instability and uncertainty.

Keywords: dynamic economic-mathematical model, investment, investment project, agrarian production.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Прийняття управлінських рішень передбачає формування певного уявлення про систему управління і процесів, що в ній відбуваються. Основним інструментальним та ефективним методом такого формування є метод моделювання – спосіб теоретичних і практичних дій, спрямованих на створення й використання образу реального об'єкта (моделі), що відбиває основні властивості об'єкта і заміщує його в ході дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний внесок у розвиток практичного застосування методів математичного моделювання в економіці, фінансах зробили такі вчені, як, зокрема, Б. Буркінський, В. Вітлінський, Б. Грабовецький, В. Здрок, Н. Лепа, В. Осипов, С. Прокопов, М. Туган-Барановський. За допомогою економіко-математичних методів вони побудували свої теорії, провели практичні розрахунки, дали обґрунтовані висновки, здійснили прогнози багатьох економічних явищ і процесів, проте необхідно обґрунтувати необхідність математичного моделювання для вирішення складних економічних задач, а також розробити пропозиції щодо математичного моделювання фінансової діяльності підприємства.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Застосування математичних методів є важливим напрямом удосконалення економічного аналізу, підвищення ефективності аналізу діяльності підприємств та їхніх підрозділів. Основними причинами швидкого поширення методів економіко-математичного моделювання є різке ускладнення сучасної економічної практики, викликане високим рівнем розвитку виробництва, зростанням темпів науково-технічного прогресу, вимогами підвищення використання природних ресурсів. Це досягається за раху-

нок скорочених термінів проведення аналізу, більш повного охоплення впливу факторів на результати комерційної діяльності.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є моделювання прийняття оптимальних рішень в процесі інвестування технічного забезпечення аграрних підприємств в умовах обмеженого доступу до інвестиційних ресурсів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розширене відтворення в аграрному виробництві на інтенсивній основі може здійснюватись лише на базі системного оновлення матеріально-технічного забезпечення. Серед усіх чинників інтенсифікації виробництва сільськогосподарської продукції найбільш вагоме значення має механізація виробничих процесів, що зумовлює пріоритетність інвестування саме цього напрямку. Згідно з розрахунками фахівців Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України щорічна потреба коштів для мінімального науково обґрунтованого оновлення парку технічних засобів відповідно до технологічної потреби становить 35 млрд. грн., зокрема близько 30 тис. одиниць тракторів (15 млрд. грн.) та 7,5 тис. зернозбиральних комбайнів (10,5 млрд. грн.) [3]. Реальна ж ситуація характеризується негативною динамікою вкладень в технічну модернізацію, за винятком останнього 2015 року (табл. 1).

Зазначені процеси супроводжуються високим значенням коефіцієнта вибуття сільськогосподарської техніки (у 2015 році воно становило 89% для тракторів, 131% – для комбайнів), що негативно відображається на ресурсному потенціалі аграрних підприємств. Однією з причин такої тенденції є високий рівень зношеності тракторів, збиральної техніки та інших сільськогосподарських машин:

Таблиця 1

Динаміка купівлі сільськогосподарськими підприємствами України нової сільськогосподарської техніки (тракторів та комбайнів)

	2011 рік	2012 рік	2013 рік	2014 рік	2015 рік
Придбано тракторів, од.	2 983	3 010	2 788	1 822	2 095
Загальна вартість придбаних тракторів					
млн. грн.	1 352,4	1 471,9	1 512,7	1 305,5	2 627,4
дол. США					
Придбано комбайнів, од.	925	621	600	389	521
Загальна вартість придбаних комбайнів					
млн. грн.	1 288,6	877,6	869,4	749,0	1 663,0
дол. США					

Джерело: Держкомстат

середній показник зносу сільськогосподарської техніки складає 70%, зокрема тракторів – 78%, комбайнів – 71% [4]. Крім того, особливо гострою проблемою для аграрних підприємств різних розмірів та форм власності є відсутність достатнього обсягу інвестиційних ресурсів для здійснення технічного переоснащення разом з інфляційним зростанням цін (у 2014 році індекс споживчих цін в Україні становив 124%, у 2015 році – 149%).

Наслідком такого становища є невідповідність кількості наявної в Україні сільськогосподарської техніки технологічній потребі. Згідно з розрахунками [5] парк тракторів сьогодні складає 45% від потреби сільського господарства, зернозбиральних комбайнів – 48%, бурякозбиральних комбайнів – 17,6%, інших видів техніки – від 35% до 60%.

З огляду на це у вітчизняному машинобудівному комплексі спрямовуються зусилля на виготовлення техніки, яка в декілька разів дешевша від зарубіжних аналогів, однак її недоліком є дещо нижча продуктивність. Тому досить часто суб'єкти господарювання змушені інвестувати у придбання високовартісної техніки зарубіжного виробництва, що значно підвищує собівартість виробленої продукції.

Тому в умовах обмеженості інвестиційних ресурсів перед виробниками постає необхідність прийняття управлінських рішень щодо найбільш раціонального й економічного їх використання під час купівлі техніки. Ухвалення таких рішень передбачає встановлення проблеми та цілей, що мають бути досягнуті в процесі її вирішення, збір і обробку інформації щодо можливих альтернативних проектів, оцінку цих проектів та вибір серед них таких, що забезпечують бажаний результат. Така послідовність процедури прийняття рішення про пріоритетні напрями інвестування дає змогу вибрати конкретний проект залежно від умов, що складаються.

З метою пошуку оптимального інвестиційного рішення розроблено динамічну економіко-математичну модель оптимізації інвестування основного капіталу, яка дає змогу встановити раціональне використання інвестиційних ресурсів на оновлення технічних засобів для виробництва сільськогосподарської продукції з урахуванням обмеженого інвестиційного забезпечення. Сформульована задача розв'язана за допомогою методів лінійного програмування в середовищі електронного процесора "Microsoft Excel" за програмою «Поиск решения». Під час обґрунтування моделі ставилося завдання вибрати із

заданої множини проектів найкращий з точки зору вибраної мети, кожен з яких розрахований на певний період часу.

У досліджуваному випадку враховується можливість придбання сучасних вітчизняних бурякозбиральних комбайнів (КС-6Б-10 і РКМ-6-07) та імпортного обладнання (M41 MN Matrot). Інформація щодо вартості, продуктивності, прямих експлуатаційних витрат технічних засобів, яка вносилась у матрицю, отримана на основі досліджень наукових працівників НДІ «Агропромпродуктивність» та Львівської філії УНДІ прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва ім. Погорілого.

В загальному вигляді задачу можна розв'язати за декількома функціями мети залежно від поставлених цілей (табл. 2).

Система показників, які формують обмеження, що накладаються на можливі рішення, охоплює десять умов (табл. 3).

В записі обмежень економіко-математичної задачі прийнято такі позначення:

M – множина періодів, у які відбувається інвестування в придбання техніки;

N – множина видів технічних засобів, у придбання яких здійснюється інвестування;

x_{jt} – розрахункова кількість придбаних комбайнів j – го виду в t – й період часу;

s_{jt} – площа, зібрана комбайном j – го виду, придбаним у t – й період часу;

P_t – запланована мінімальна площа посіву культури в періоді;

b_j – плановий виробіток комбайна j – го виду за весь період збирання, що розраховується за формулою:

$$b_j = h_j k d, \quad (16)$$

де h_j – часова норма виробітку комбайна j – го виду;

k – довжина робочого дня;

d – кількість робочих днів за період збирання;

c_j – вартість комбайну j – го виду;

e_j – нормативні експлуатаційні витрати за комбайном j – го виду в розрахунку на 1 га;

\bar{e}_t – експлуатаційні витрати у період t ;

a_j – амортизаційні відрахування під час використання комбайну j – го виду у розрахунку на 1 га посівів;

r_t – амортизаційні відрахування в періоді t , які можуть бути спрямовані на реінвестиції (купівлю нової техніки);

v_t – залишки амортизаційних відрахувань у період t ;

z_t – обсяг інвестицій із зовнішніх джерел,

Таблиця 2

**Альтернативні варіанти цільової функції моделі оптимізації інвестування
основного капіталу аграрного підприємства**

№ з/п	Критерій оптимізації	Цільова функція
1	Мінімум вартості інвестиційного проекту з придбання техніки	$W = \sum_{t=1}^M y_t \rightarrow \min$
2	Мінімум вартості проекту, включаючи експлуатаційні витрати під час використання техніки	$F = \sum_{t=1}^M y_t + \sum_{t=1}^M \bar{e}_t \rightarrow \min$
3	Мінімум вартості проекту за обсягами інвестицій, які необхідно залучити із зовнішніх джерел (наприклад, кредитів) за умови використання амортизаційних відрахувань для інвестування у придбання техніки	$U = y_1 + \sum_{t=2}^M Z_t \rightarrow \min$
4	Мінімум вартості проекту за обсягами інвестицій, які необхідно залучити із зовнішніх джерел, з урахуванням експлуатаційних витрат за умови, що амортизаційні відрахування під час застосування технічних засобів спрямовуються на інвестиційні цілі	$\phi = y_1 + \sum_{t=2}^M Z_t + \sum_{t=1}^M \bar{e}_t \rightarrow \min$

Джерело: власна розробка авторів

Таблиця 3

**Система обмежень моделі оптимізації інвестування основного капіталу
аграрного підприємства**

№ з/п	Умова	Обмеження
1	Умова визначення вартості придбаної техніки	$\sum_{j=1}^N c_j x_{ij} = y_t ; (t \in M)$
2	Умова визначення площі, зібраної кожним комбайном в період t	$b_j x_{ij} = s_{ij} ; (t=1)$ $s_{t-1j} + b_j x_{ij} = s_{ij} ; (t=2,3,\dots,M)$
3	Умова визначення розміру робіт (площ), виконаних комбайнами в t – ому періоді	$\sum_{j=1}^N s_{ij} = \bar{s}_t ; (t \in M)$
4	Умова щодо виконання планів по площі посівів цукрових буряків	$\bar{s}_t \geq P_t ; (t \in M)$
5	Умова здійснення витрат на експлуатацію в період t	$\sum_{j=1}^N e_j s_{ij} = \bar{e}_t ; (t \in M)$
6	Умова визначення амортизаційних витрат у період t , тис. грн.	$\sum_{j=1}^N a_j s_{ij} = \bar{a}_t ; (t \in M)$
7	Умова розподілу амортизаційних коштів у період t	$\bar{a}_t = r_t + v_t ; (t \in M)$
8	Умова формування джерел фінансування інвестицій у придбання техніки в період t	$y_t = z_t + r_{t-1} ; (t \in M)$
9	Умова визначення сумарних експлуатаційних витрат за весь період впровадження проекту	$\sum_{t=1}^M \bar{e}_t = E ; (t \in M)$
10	Умова визначення сумарних витрат на придбання техніки	$\sum_{t=1}^M y_t = Y ; (t \in M)$

Джерело: власна розробка авторів

необхідних для придбання нової техніки в період t ;

W – загальні витрати на купівлю техніки за m років;

Y – сумарні витрати на придбання техніки за весь період впровадження проекту;

E – сумарні експлуатаційні витрати за весь період впровадження проекту.

В результаті розв'язання економіко-математичної задачі було отримано оптимальні плани інвестування в придбання техніки за роками реалізації інвестиційного проекту. Розрахунки було здійснено для площі 2 000 га.

Порівняння на основі отриманих результатів інвестиційних програм, що відрізняються за критерієм оптимальності, засвідчило, що за всіма альтернативами пропонується віддавати перевагу бурякозбиральним комбайнам вітчизняного виробництва (табл. 4).

Впровадження нової техніки українського виробництва повинно сприяти зменшенню витрат на виробництво і, як результат, підвищенню його рентабельності. Отже, під час планування видатків на інвестиційні цілі підприємство також має орієнтуватися на можливість зниження собівартості продукції за

Таблиця 4

Оптимальні плани інвестування оновлення парку бурякозбиральних комбайнів

Рік реалізації проекту	Показники	Критерій оптимізації			
		Мінімум вартості інвестиційного проекту з придбання техніки		Мінімум вартості проекту за обсягами інвестицій, які необхідно залучити з інших джерел під час спрямування амортизаційних відрахувань на інвестування	
		без врахування експлуатаційних витрат під час використання техніки	з врахуванням експлуатаційних витрат під час використання техніки	без врахування експлуатаційних витрат під час використання техніки	з врахуванням експлуатаційних витрат під час використання техніки
2-й	Придбання РКМ-6-07, од.	0	1	0	1
	Придбання КС-6Б-10, од.	0	0	1	0
	Придбання М41 МН Matrot, од.	0	0	0	0
	Вартість проекту, тис. грн.	0	680,0	680,0	680,0
	Експлуатаційні витрати, тис. грн.	2 098,1	1 748,4	1 748,7	1 748,5
	Інвестиції за рахунок амортизаційних відрахувань, тис. грн.	–	–	680,0	680,0
	Інвестиції з інших джерел, тис. грн.	–	–	0	0
Кількість придбаних комбайнів за строк реалізації проекту					
	РКМ-6-07, од.	12	12	1	10
	КС-6Б-10, од.	0	0	11	2
	М41 МН Matrot, од.	0	0	0	0
	Експлуатаційні витрати за строк реалізації проекту, тис. грн.	8 392,3	7 343,3	7 344,4	7 343,5
	Загальна вартість проекту за строк реалізації проекту, тис. грн.	8 160,0	8 160,0	8 160,0	8 160,0
	Значення цільової функції, тис. грн.	8 160,0	15 503,3	6 120,0	13 463,5

Джерело: власні розрахунки авторів

рахунок зменшення експлуатаційних витрат під час використання техніки. Мінімум таких витрат досягається під час вибору інвестиційної програми за другим варіантом цільової функції (найменша вартість проекту з урахуванням експлуатаційних витрат). Однак в цьому випадку не береться до уваги співвідношення джерел інвестиційного забезпечення технічного оновлення. Результати оптимізації за критерієм мінімізації вартості проекту за обсягами інвестицій, які необхідно залучити із зовнішніх джерел, показали, що запозичені кошти залучаються лише в перший рік реалізації проекту, при цьому решта витрат на придбання техніки (10 комбайнів РКМ-6-07 і 2 КС-6Б-10 за весь період) покриватиметься амортизаційними відрахуваннями.

Висновки з цього дослідження. Застосування математичних методів є важливим напрямом удосконалення економічного аналізу, підвищення ефективності аналізу діяльності підприємств та їхніх підрозділів. Основними причинами швидкого поширення методів математичного моделювання в економіці є різке ускладнення сучасної економічної практики, викликане високим рівнем розвитку виробництва, зростанням темпів інформатизації суспільства, вимогами підвищення використання природних ресурсів. Це досягається за рахунок скорочених термінів проведення аналізу, більш повного охоплення впливу факторів на результати комерційної діяльності.

В результаті моделювання розроблено варіанти реалізації інвестиційного проекту з оновлення парку сільськогосподарської техніки аграрних підприємств, що оцінюються за різними критеріями оптимізації. Оцінювання проведено стосовно вкладень у придбання бурякозбиральних комбайнів, які планується використовувати на площі 2 тис. га, причому розглядалась можливість купівлі техніки як українського, так і зарубіжного виробництва.

Наведена в цьому дослідженні економіко-математична модель дає змогу окремим аграрним підприємствам встановити необхідні обсяги інвестицій у придбання будь-якого окремого виду техніки для виробництва сільськогосподарської продукції, вибираючи найбільш прийнятне джерело інвестування, що за дотримання певних вимог і обмежень дає змогу мінімізувати інвестиційні витрати та сформуванню раціонального інвестиційного портфелю. Це дасть можливість спланувати інвестиції в оновлення технічного забезпечення виробництва за найбільш оптимальним варіантом, враховуючи продуктивність сільськогосподарської техніки та заплановані площі посіву. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку інструментарію з визначення та оптимізації ризиків, що в умовах нестабільності та невизначеності супроводжують практичну реалізацію інвестиційних проектів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Іващук О. Економіко-математичне моделювання : [навчальний посібник / О. Іващук. – Тернопіль : ТНЕУ «Економічна думка», 2008. – 704 с.
2. Каткова Т. Використання економічно-математичних моделей підтримки прийняття рішень за умов невизначеності / Т. Каткова // Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу. – 2008. – № 3 (3). – С. 94–97.
3. Ринок тракторів в Україні / [М. Грицишин, А. Кужелюк, Н. Перепелиця] [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://propozitsiya.com/ua/rinok-traktoriv-v-ukrayini>.
4. Грицаєнко Г. Інвестиції в технічне забезпечення аграрного виробництва / Г. Грицаєнко, І. Грицаєнко // Глобальні та національні проблеми економіки. – Вип. 12. – 2016. – С. 53–58.
5. Матеріально-технічне забезпечення аграрної галузі / [М. Могилова, Я. Білоусько, Г. Підлісецький] // Економіка АПК. – 2013. – № 2. – С. 61–67.