

УДК 519.176

Сидор Г. В.

Чортківський навчально-науковий інститут підприємництва і бізнесу
Тернопільського національного економічного університету

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КРЕДИТУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Розроблено економіко-математичну модель визначення оптимальних обсягів попиту сільськогосподарських товаровиробників на кредитні кошти. Побудовано інфологічну модель кредитування сільськогосподарського товаровиробництва на прикладі підприємств рільничого спрямування. На основі побудованої моделі розроблено програму кредитування сільськогосподарського підприємства ПрАТ «Плодородсадник «Скала-Подільський» та визначено розмір мінімальної потреби кредиту, який становить 500 тис. грн. Указано переваги розробленої моделі порівняно з існуючими моделями кредитування сільськогосподарського товаровиробництва.

Ключові слова: економіко-математичне моделювання, комп'ютерне моделювання, абстрактна модель залежності, метод аналітичного вирівнювання, рівняння регресії, трендова крива, інфологічна модель.

Постановка проблеми. Успішний розвиток сільського господарства потребує масштабного й ефективного інвестиційного забезпечення. Для створення сприятливих умов виробничо-фінансової діяльності сільського господарства необхідно сформувати ефективний економічний механізм, що є сукупністю методів і форм управління виробництвом на основі використання економічних законів, відносин. Кожен з елементів цього механізму виконує свою певну функціональну роль, а в сукупності та єдності вони забезпечують стаке функціонування агропромислового виробництва та досягнення економічного зростання, підвищення результативності господарювання.

Для прийняття оптимальних управлінських рішень останнім часом використовують сучасні наукові підходи, а саме: економіко-математичне моделювання, комп'ютерне моделювання, прогнозування, засоби табличного процесора Microsoft Excel 2010 – прогнозування за допомогою лінії тренда тощо. Розв'язання багатьох оптимізаційних задач зводиться до створення та апробації економіко-математичних моделей обчислення розміру кредиту, що дасть можливість знайти правильне вирішення проблеми нестачі власних коштів. Тому в період наростаючих внутрішніх труднощів у сільськогосподарських підприємств важливе значення для їх подальшого функціонування має ефективна система визначення потреби цих підприємств у кредитному забезпеченні методом економіко-математичного моделювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями кредитного забезпечення підприємств, зокрема сільськогосподарських, займалися такі вітчизняні та зарубіжні вчені: Конюховський П.В., Сомик А.В., Чеботарьова Н.М. та ін. У доробку вчених знайшли відображення основні аспекти вирішення проблеми поліпшення кредитного забезпечення підприємств, у тому числі сільськогосподарських. Однак попри велику кількість наукових праць ще не повністю досліджені питання формування дієвої системи залучення коштів, тому до економіко-математичного моделювання проявляється все більш зростаючий інтерес. Саме це зумовило пошук шляхів вирішення цієї проблеми та вибір теми дослідження.

Мета статті полягає у розробці економіко-математичної моделі визначення оптимальних обсягів попиту сільськогосподарських товаровиробників на кредитні кошти з урахуванням часового лага, коефіцієнта сезонності та ризику.

Виклад основного матеріалу дослідження. Створення ефективного механізму задоволення інвестиційних потреб сільськогосподарських підприємств на сучасному етапі має використовувати економіко-математичне та комп'ютерне моделювання, що є одним з основних інструментів під час дослідження складних економічних, технічних та інших систем і процесів у тому разі, коли побудована математична модель адекватна системі, що вивчається [1].

Моделювання задач управління економікою, зокрема забезпечення фінансовими ресурсами, здійснюється у двох взаємозалежних просторах, кожен з яких має свій інструментарій та методу, які перебувають у постійному зв'язку та залежності: в економічній та математичній площинах. Перша площина містить власне економічні об'єкти, сутність яких описується на основі аналізу природи економічних процесів та явищ у вигляді абстрактної моделі залежностей. Друга – містить множини значень суттєвих змінних величин (екзогенних та ендогенних), які отримуються на основі аналізу моделі і моделюванні економічних процесів. Адекватність побудованої моделі визначається специфікою функціонування підприємств сільськогосподарського призначення та особливістю моделювання фінансових потоків.

В умовах переходу до ринкових відносин форми та методи кредитування повинні максимально враховувати особливості кругообігу засобів сільського господарства [2, с. 220]. У зв'язку з тривалим у часі технологічним процесом у сільському господарстві, особливо у садівництві, засоби мають уповільнену оборотність на виробничій стадії. Крім того, є потреба у залученні великих обсягів фінансових активів, що зумовлює залучення значних коштів. Кругообіг основних засобів створює економічну основу для позичкових відносин, а необхідність кредитування виходить з того, що ринкові умови господарювання вимагають раціональної організації обігових засобів, участі їх на кожній стадії кругообігу в мінімальних розмірах.

У процесі сільськогосподарського кругообігу всі засоби виробництва проходять три стадії, на яких вони мають забезпечувати безперервний та ефективний процес господарської діяльності [3, с. 87] (табл. 1).

Аналіз витрат та прибутків протягом 2015 р. у ПрАТ «Плодородсадник «Скала-Подільський» Борщівського р-ну Тернопільської області (спеціалізація – рільництво) за фінансовими результа-

тами наприкінці місяця демонструє значну сезонність у циклах витрат та прибутку та їх значний дисбаланс (рис. 1).

Побудуємо прогнозну модель обсягу інвестицій в основний капітал сільського господарства на основі даних табл. 2.

Для цього скористаємось методом аналітичного вирівнювання. Суть його полягає в тому, що фактичні рівні динамічного ряду замінюють теоретичними, розрахованими на основі рівняння регресії, тобто на основі фактичних даних ряду динаміки підбирається математична функція «трендова крива» (лінійна, параболічна, показова, експоненційна та ін.), за допомогою якої описується основна тенденція [4; 5]. Для побудови математичної функції лінії регресії скористаємось, зокрема, засобами табличного процесора Microsoft Excel 2010 – прогнозування за допомогою лінії тренда (рис. 2).

Розподіл даних обсягів інвестицій за роками екстраполюється поліномом четвертого ступеню, обчисленим методом найменших квадратів із величиною достовірності апроксимації 0,8284 – достовірність прогнозу 83% (рис. 3).

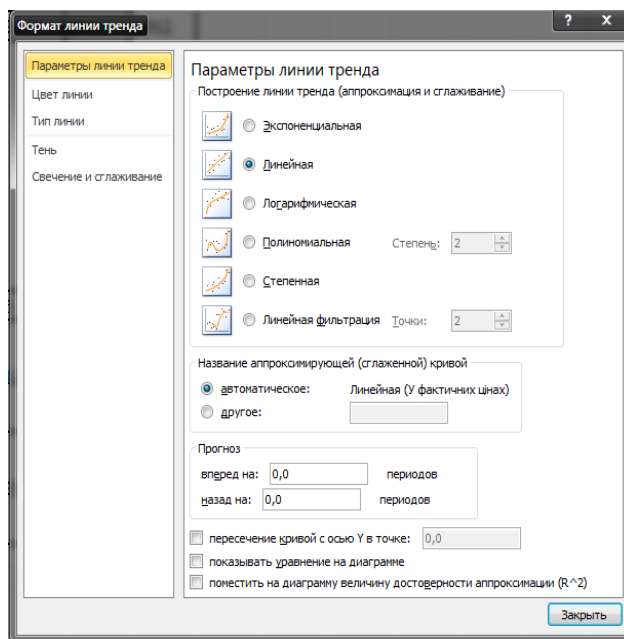


Рис. 2. Засоби пакета прогнозування табличного процесора Microsoft Excel 2010



Рис. 1. Графік використання та отримання коштів (на прикладі ПрАТ «Плодорозсадник «Скала-Подільський» Борщівського р-ну Тернопільської області (спеціалізація – рільництво, 2015 р.)

Джерело: побудовано автором на основі даних ПрАТ «Плодорозсадник «Скала-Подільський»

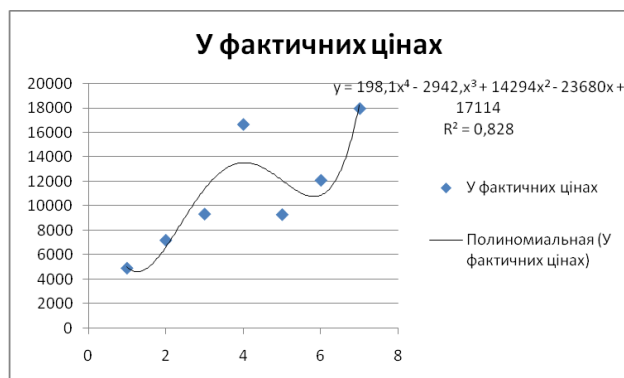


Рис. 3. Рівняння лінії тренда у графічному та аналітичному виразах для обсягів інвестицій в основний капітал сільського господарства (у фактичних цінах)

Таблиця 1

Кругообіг засобів виробництва у рільництві та садівництві

| Стадія | Фінансові витрати | Фінансові прибутки |
|-------------|--|---|
| Підготовча | Максимальні, нетривалі у часі: грошові ресурси витрачаються сільськогосподарськими товаровиробниками на придбання необхідної сировини, палива, добрив, запасних частин та інших матеріалів | Мінімальні |
| Виробнича | Середні, нерівномірні протягом періоду: збільшуються на початку періоду у зв'язку з необхідністю обробітку та підживлення, зменшуються наприкінці у фазі дозрівання | Середні, що не відшкодовують витрати |
| Завершальна | Малі, нерівномірні: збір та реалізація врожаю на початку стадії покриваються витратами, наприкінці – фінансові витрати зростають через підготовку основних засобів до зимівлі | Максимальні, дають змогу акумулювати фінансовий ресурс для початку наступної підготовчої стадії, покрити витрати на кредитування тощо |

Таблиця 2

Обсяги інвестицій в основний капітал сільського господарства в Україні у фактичних та порівняних цінах за 2009–2015 рр.

| Показник | Рік | | | | | | |
|---|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Сільське господарство та мисливство, млн. грн.: у фактичних цінах | 4905 | 7190 | 9338 | 16682 | 9295 | 12106 | 17981 |
| у порівнянних цінах* | 1644 | 2213 | 2616 | 3746 | 1869 | 2171 | 2866 |

Джерело: побудовано автором на основі даних ПрАТ «Плодорозсадник «Скала-Подільський»

Застосувавши рівняння моделі $y = 198,15x^4 - 2942,5x^3 + 14294x^2 - 23680x + 17114$ для прогнозування рівня обсягів інвестицій в основний капітал сільського господарства, отримуємо показник потреби в інвестиціях у розмірі 47582,4 млн. грн. у фактичних цінах. Рівняння моделі для порівняння цін у вигляді інтерполяційної кривої $y = 1966,7e^{0,0462x}$ дає прогноз у розмірі 2845,477 млн. грн.

У структурі джерел фінансування інвестицій у сільське господарство дві третини займають власні кошти товаровиробників і понад 25% – кредити.

Як показують статистичні дані щодо структури кредитів комерційних банків України, наданих суб'єктам господарювання в 2009–2015 рр. (за основними галузями економіки в Україні, %), та побудована на основі них математична модель у 2015 р., прогнозне значення частки кредитів на сільськогосподарські підприємства має становити більше 5%, що вдвічі менше за реальний стан обсягу кредитування.

Аналіз досліджень використання економіко-математичних моделей у сфері кредитування показує, що для моделювання відносин «клієнт – банк» найчастіше використовують такі типи моделей:

- виробничо-організаційні моделі – для моделювання діяльності банківської системи як системи в конкурентному середовищі, що виробляє товар – гроші та кредити та системи, що має ієрархічну структуру [6];
- оптимізаційні моделі розподілу банківського портфеля – для управління запасами (активами та пасивами, кредитами тощо) [7];
- мультиплікативні стохастичні моделі поведінки вкладника – для опису стохастичних фінансових потоків банку [8];
- динамічні моделі – для дослідження політики залучення коштів фінансовою фірмою, основою яких є апарат матричних різницевих рівнянь [9].

Побудуємо інфологічну модель кредитування сільськогосподарського товаровиробництва на прикладі підприємств рільничого спрямування.

Через специфіку аграрного підприємства як підприємства, що має доволі високий ступінь ризику, який пов'язаний насамперед із природними факторами, ми пропонуємо знизити ставку банківського кредиту до 18% та забезпечити державну підтримку сільськогосподарського виробництва у розмірі 7,5% із компенсаційного фонду, який буде отримувати банк-кредитопозичальник. Компенсації на отриманий кредит пропонуються нараховувати щомісячно від дати отримання кредиту.

Таким чином, інфологічна модель кредитування сільськогосподарських підприємств має такий вигляд (рис. 4).

У роботі визначено потребу в кредитному забезпеченні сільськогосподарського підприємства методом економіко-математичного моделювання. Для цього запропоновано та апробовано економіко-математичну модель обчислення розміру кредиту K на період t років:

$$K = \left(\alpha \delta \sum_{i=1}^n x_i (\beta_i + \Delta_i) - D \right) (1 + \omega - k)^t, \quad (1)$$

- де α – коефіцієнт сезонності;
- δ – інтегрований коефіцієнт ризику;
- β_i – коефіцієнт ризику для i -го виду продукції;
- Δ_i – коефіцієнт лагу для i -го виду продукції;
- x_i – потреба у коштах для i -го виду продукції;
- t – термін надання кредиту;
- k – компенсаційна ставка за кредитом;
- ω – відсоткова ставка за кредитом;
- D – сукупний дохід на початок року.

Змінні моделі x_1, x_2, \dots, x_n визначають сукупну потребу на виробництво i -го найменування та обробіток земельних угідь під i -тим найменуванням і задовольняють умову невід'ємності, тобто систему обмежень:

$$x_i \geq 0, i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Сукупна фінансова потреба x_i на 1 га площі включає в себе:

- витрати на оплату праці x_{ia} ;
- відрахування на соціальні заходи x_{ib} ;
- насіння x_{ib} ;
- мінеральні добрива x_i ;
- паливе і мастильні матеріали x_{ip} ;
- електроенергію x_{ie} ;
- запасні частини x_{ic} ;
- оплату робіт і послуг, що виконані сторонніми організаціями (оранка, обмолот) x_{id} ;
- амортизацію x_{it} ;
- інші операційні витрати (у т. ч. орендну плату за земельні частки).

Дохід D від виробництва d_i певної одиниці продукції з виробничої програми залежить від часу та передбачає такі умови:

$$d_i(t) \rightarrow \begin{cases} 0, \text{ для } t = t_0 \\ 0, \text{ для } t = t_1 < t_m \\ 0, \text{ для } t > t_m \end{cases}, \quad (3)$$

де t_0 – період вкладення коштів у виробництво, t_m – період отримання прибутку;

$t_m = t_0 + \Delta$, де Δ – часовий лаг, який визначається сезонністю сільськогосподарського виробництва.



Рис. 4. Інфологічна модель кредитування сільськогосподарського підприємства

Джерело: розробка автора

Таблиця 3

Коефіцієнти прибутковості на виробництво продукції ПрАТ «Плодорозсадник «Скала-Подільський»

| Змінні моделі | Виробнича програма | Роки | | | | | |
|---------------|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| x_1 | Зерняткові | 1,054995 | 1,136364 | 1,136364 | 1,136364 | 1,136364 | 1,136364 |
| x_2 | Суніця | 0,434625 | 0,717795 | 3,134694 | 2,222222 | 2,612245 | 2,612245 |
| x_3 | Малина | 0,390244 | 1,304348 | 1,764706 | 5,625 | 5,625 | 5,625 |
| x_4 | Смородина | 1,25 | 0,52459 | 0,424528 | 0,892562 | 2,7 | 2,7 |
| x_5 | Аронія | 3,963303 | 3,6 | 4,32 | 4,32 | 4,32 | 4,32 |

Джерело: побудовано автором на основі даних ПрАТ «Плодорозсадник «Скала-Подільський»

На основі апробації моделі для ефективної діяльності сільськогосподарського підприємства ПрАТ «Плодорозсадник «Скала-Подільський» в умовах сезонності та ризику визначено розмір мінімальної потреби кредиту, який становить 500 тис. грн.

На основі побудованої моделі розроблено програму кредитування сільськогосподарського підприємства ПрАТ «Плодорозсадник «Скала-Подільський».

За даними господарської діяльності ПрАТ «Плодорозсадник «Скала-Подільський», виробнича програма підприємства передбачає п'ять видів продукції з різним лагом фондівіддачі (табл. 3).

Для виробництва продукції x_1 характерним є позитивна тенденція відносно залучення коштів (коефіцієнт прибутковості $k_1 > 1$) уже з першого року залучення коштів, однак ця продукція порівняно з іншими є найменш прибутковою ($k_i \rightarrow \text{min}$). Виробництво продукції x_5 є найбільш вигідним для підприємства протягом розглядуваного періоду, але обмеженим є попит на цей вид продукції. Виробництво продукції x_3 дає максимальний прибуток серед усіх видів продукції починаючи з четвертого року, а найпізніше дохід дає виробництво продукції x_4 . Відповідно, вважатимемо оптимальним термін отримання кредиту не більше як на п'ять років (період найпізнішого доходу +1).

Розмір чистого прибутку підприємства за умов різної відсоткової ставки за кредитом за розрахованою динамічною моделлю подано на діаграмі (рис. 5).

Таким чином, застосування програми кредитування не тільки забезпечує реалізацію виробничої програми підприємства, а й надає можливість поступового формування власних обігових коштів, які залучаються до процесу виробництва і погашення кредиту.

Висновки. З одержаних результатів і проведеного дослідження випливає, що розроблена

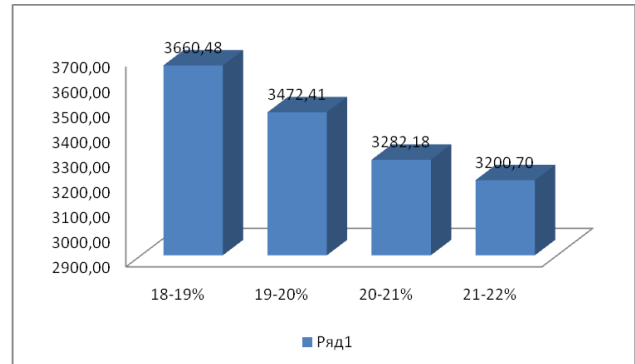


Рис. 5. Залежність чистого прибутку ПрАТ «Плодорозсадник «Скала-Подільський» від відсоткової ставки кредиту

Джерело: розраховано автором

аналітична модель розрахунку потреби підприємства в кредиті на прикладі підприємства ПрАТ «Плодорозсадник «Скала-Подільський» може бути застосована до інших сільськогосподарських підприємств із деякими поправками: сума залучених коштів має бути скорегована наявним капіталом фірми; термін сплати кредиту має розраховуватись індивідуально відповідно до програми розвитку та специфіки фондівіддачі; програма погашення кредиту може ґрунтуватись не тільки на рівномірних виплатах за однаковим відсотком, тому у випадках можна планувати нерівномірні виплати за кредитом.

Перевагами запропонованої моделі порівняно з існуючими моделями кредитування сільськогосподарського товаровиробництва є імплементація сезонності та специфіки виробництва у процес забезпечення його фінансовими ресурсами.

Список використаних джерел:

1. Вітлінський В.В. Моделирование экономики : [навч. посіб.] / За заг. ред. В.В. Вітлінського. – К. : КНЕУ, 2003. – 408 с.
2. Чеботарьова Н.М. Макроекономічне регулювання інвестиційної діяльності в АПК регіону / Н.М. Чеботарьова // Організаційно-економічні проблеми розвитку АПК ; за ред. П.Т. Саблука. – Київ, 2001. – С. 217–221.
3. Сомик А.В. Особливості розвитку системи сільськогосподарського кредитування в зарубіжних країнах / А.В. Сомик // Економіка АПК. – 2002. – № 8. – С. 86–90.
4. Экономико-математические методы и модели. Выполнение расчетов в среде EXCEL. : [учеб. пособ. для вузов.]. – М. : Финстатинформ, 2000. – 136 с.
5. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами EXCEL 7.0. / Б. Я. Курицкий. – СПб. : BHV, 1997. – 236 с.
6. Chiappori P.A. Spatial competition in the banking system? Localization and regulation in interest rates / P.A. Chiappori, D. Perez-Castrillo, F. Verdier // European Economic Review, vol 39 (5), 1995.
7. Колюховский П.В. Микроэкономическое моделирование банковской деятельности / П.В. Колюховский. – СПб. : Питер, 2001. – 224 с.
8. Вишняков И.В. Экономико-математические модели оценки деятельности коммерческих банков / И.В. Вишняков. – СПб. : Питер, 1999. – 284 с.
9. Prisman E. A general model of the banking firm under conditions of monopoly, uncertainty and resource / E. Prisman, M. Slovin, M. Sushka // Journal of Monetary Economics, vol 17 (2), – 2006.

Сидор Г. В.

Чертковский учебно-научный институт предпринимательства и бизнеса
Тернопольского национального экономического университета

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРЕДИТОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Резюме

Разработана экономико-математическая модель определения оптимальных объемов спроса сельскохозяйственных товаропроизводителей на кредитные средства. Построена инфологическая модель кредитования сельскохозяйственного товаропроизводства на примере предприятий полеводческого направления. На основе построенной модели разработана программа кредитования сельскохозяйственного предприятия ПАО «Плодорассадник «Скала-Подольский» и определен размер минимальной потребности кредита, который составляет 500 тыс. грн. Указаны преимущества разработанной модели по сравнению с существующими моделями кредитования сельскохозяйственного товаропроизводства.

Ключевые слова: экономико-математическое моделирование, компьютерное моделирование, абстрактная модель зависимости, метод аналитического выравнивания, уравнения регрессии, трендовая кривая, инфологическая модель.

Sydor H. V.

Chortkiv Educational and Scientific Institute of Entrepreneurship and Business
Ternopil National Economic University

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING OF AGRICULTURAL PRODUCTION LENDING PROCESS

Summary

The economic-mathematical model of determining the need of crediting for agricultural producers is developed. The lending model of agricultural commodity production is built on the example of field crops direction. On the basis of the invented model the lending program for agricultural enterprise JSC "Rock-Podolsk" is presented, and defined the minimum requirements of the loan, which is 500 thousand UAH. Benefits of the proposed model are specified comparing to existing lending models for the agricultural sector.

Keywords: economic and mathematical modelling, computer modelling, abstract model of addiction, analytical method of alignment, regression equation, trend curve, information-logical model.