

УДК 519.176

**Тематичний розділ:** Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці

**Сидор Г. В.**

кандидат економічних наук, старший викладач,  
Чортківський навчально-науковий інститут підприємництва і бізнесу  
Тернопільського національного економічного університету

## **ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КРЕДИТУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Анотація.** 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, яка становить 500 тис. грн. Вказано 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 і ефективного інвестиційного забезпечення. Для створення сприятливих умов виробничо-фінансової діяльності сільського господарства необхідно сформулювати ефективний економічний механізм, що є сукупністю методів і форм управління виробництвом на основі використання

економічних законів, відносин. Кожен із елементів цього механізму виконує свою певну функціональну роль, а в сукупності та єдності вони забезпечують стає функціонування агропромислового виробництва й 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 у 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: Конюховский П. В., Сомик А. В., Чеботарьова Н. М. та ін. У їхньому доробку 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.** Головною метою цієї роботи є розробка економіко-математичної моделі визначення оптимальних обсягів попиту сільськогосподарських товаровиробників на кредитні кошти з урахуванням часового лага, коефіцієнта сезонності та ризику.

**Виклад основного матеріалу.** Створення ефективного механізму задоволення інвестиційних потреб сільськогосподарських підприємств на сучасному етапі має використовувати економіко-математичне та комп'ютерне моделювання, що є одним із 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 методику, які перебувають у постійному зв'язку та залежності: в економічній та математичній площині. 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 побудови моделі визначається специфікою функціонування підприємств сільськогосподарського призначення та особливістю моделювання фінансових потоків.

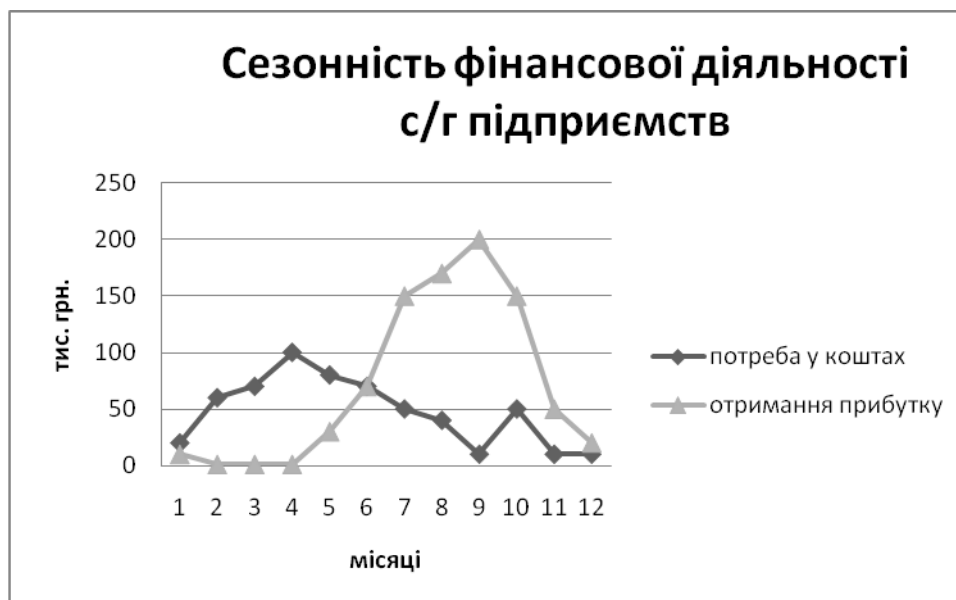
В умовах переходу до ринкових відносин форми та методи кредитування повинні максимально враховувати особливості кругообігу засобів сільського господарства [2, с. 220]. У зв'язку з тривалим у часі технологічним процесом у сільському господарстві, особливо у садівництві, засоби мають уповільнену оборотність на виробничій стадії. Окрім цього, 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).

**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 із необхідністю обробітку та підживлення, зменшуються наприкінці у фазі дозрівання	Середні, що не відшкодовують витрати
Завершальна	Малі, нерівномірні: збір та реалізація урожаю на початку стадії покриваються витратами, наприкінці – фінансові витрати зростають через підготовку основних засобів до зими	Максимальні, дають змогу акумулювати фінансовий ресурс для початку наступної підготовчої стадії, покрити витрати на кредитування тощо

Аналіз витрат та прибутків протягом 2015 р. у ПрАТ Плодорозсадник “Скала-Подільський” Борщівського р-ну Тернопільської області (спеціалізація – рільництво) за фінансовими результатами наприкінці місяця демонструє значну сезонність у циклах витрат та прибутку та їх значний дисбаланс (рис. 1).



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

\*Побудовано автором на основі даних ПрАТ Плодорозсадник “Скала-Подільський”

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

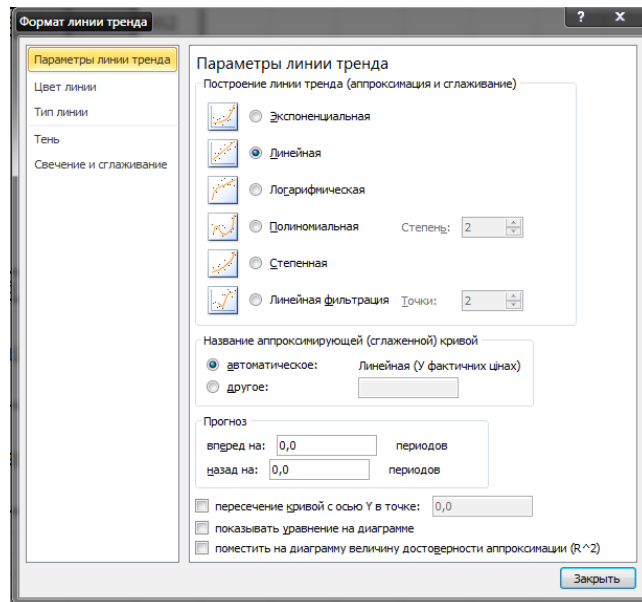
Таблиця 2

**Обсяги інвестицій в основний капітал сільського господарства в Україні у фактичних та порівнянних 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

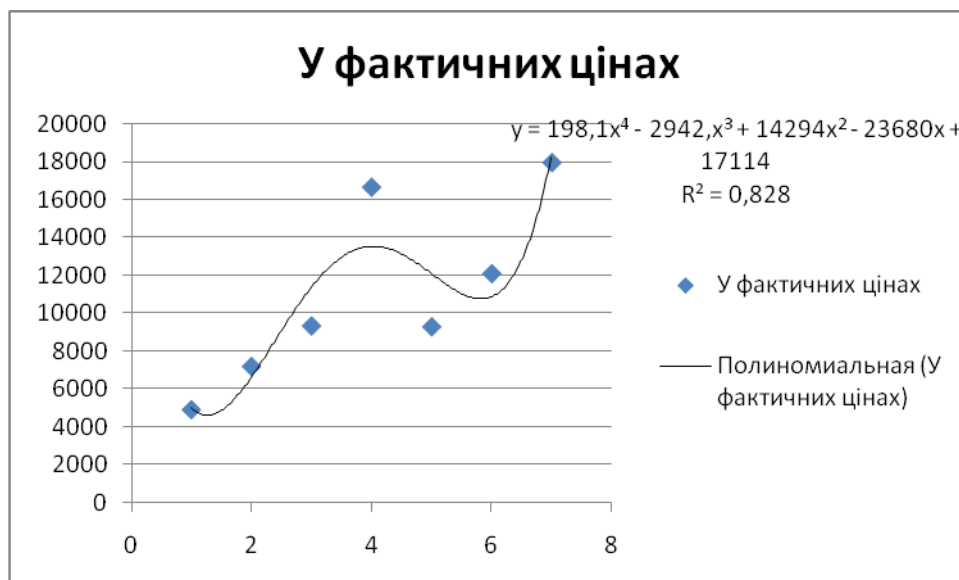
\*Побудовано автором на основі даних ПрАТ Плодорозсадник “Скала-Подільський”

Для цього скористаємось методом аналітичного вирівнювання. Суть його полягає у 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).



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

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



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

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 порівняних 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 у 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 удвічі 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 пропонується нараховувати щомісячно від дати отримання кредиту.

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



**Рис. 4. Інфологічна модель кредитування сільськогосподарського підприємства**

\*Джерело: Розробка автора

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:

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

де:

$\alpha$  – коефіцієнт сезонності;

$\delta$  – інтегрований коефіцієнт ризику;



$\beta_i$  – коефіцієнт ризику для  $i$ -го виду продукції;  
 $\Delta_i$  – 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;  
 $w$  – 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  $x_{ih}$ ;
- мінеральні добрива  $x_{iz}$ ;
- пальне і мастильні матеріали  $x_{ip}$ ;
- електроенергія  $x_{ie}$ ;
- запасні частини  $x_{ic}$ ;
- оплата робіт і послуг, що виконані сторонніми організаціями (оранка, обмолот)  $x_{id}$ ;
- амортизація  $x_{it}$ ;
- інші операційні витрати (в т. ч. орендна плата за земельні частки).

Дохід  $D$  від виробництва  $d_i$  певної одиниці продукції із 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  $\Delta$  – часовий лаг, який визначається сезонністю сільськогосподарського виробництва. На основі апробації моделі для

ефективної діяльності сільськогосподарського підприємства ПрАТ Плодорозсадник “Скала-Подільський” в умовах сезонності та ризику визначено розмір мінімальної потреби кредиту, яка 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 5 видів продукції із різним лагом фондівіддачі (табл. 3).

Таблиця 3

**Коефіцієнти прибутковості  $k_i$  на виробництво продукції ПрАТ  
Плодорозсадник “Скала-Подільський”**

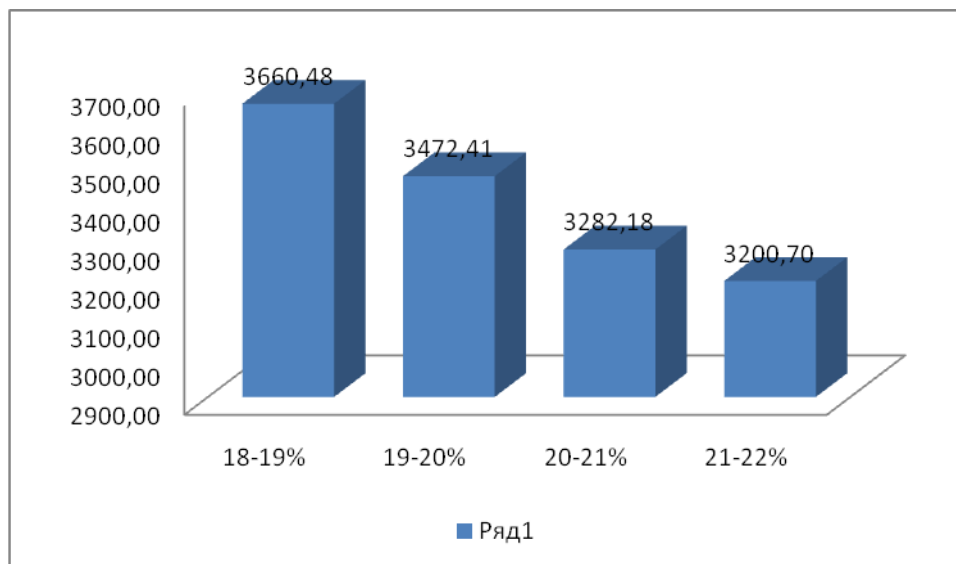
Змінні моделі	Виробнича програма	Роки					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
$x_1$	Зерняткові	1,054995	1,136364	1,136364	1,136364	1,136364	1,136364
$x_2$	Суниця	0,434625	0,717795	3,134694	2,222222	2,612245	2,612245
$x_3$	Малина	0,390244	1,304348	1,764706	5,625	5,625	5,625
$x_4$	Смородина	1,25	0,52459	0,424528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

\*Складено автором на основі даних ПрАТ Плодорозсадник “Скала-Подільський”

Для виробництва продукції  $x_1$  характерним є позитивна тенденція відносно залучення коштів (коефіцієнт прибутковості  $k_i > 1$ ) уже з першого року залучення коштів, однак ця продукція порівнянно з іншими є найменш прибутковою ( $k_i \rightarrow \min k$ ). 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 5 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).



**Рис. 5. Залежність чистого прибутку ПрАТ Плодорозсадник “Скала-Подільський” від відсоткової ставки кредиту**

\*Розраховано автором

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 і пропозиції.** З одержаних результатів і проведеного дослідження випливає, що розроблена аналітична модель розрахунку підприємства у кредиті на прикладі підприємства ПрАТ Плодорозсадник “Скала-Подільський” може бути застосована до інших сільськогосподарських підприємств з 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 видатках 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. Моделювання економіки : 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. : ЗАО “Финста-тинформ”, 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. Конюховский П. В. Микроэкономическое моделирование банковской деятельности / П. В. Конюховский. – СПб. : Питер, 2001. – 224 с. – [Серия : Ключевые вопросы].
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.**

Чортковский 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 инфологичная модель кредитования сельскохозяйственного товаровиробництва на примере предприятий полеводческого направления. На основе построенной модели разработана программа кредитования сельскохозяйственного предприятия ПрАТ Плодородсадник “Скала-Подольский” и определенно размер минимальной потребности кредита, которая составляет 500 тыс. грн. Указаны преимущества разработанной модели сравнительно с существующими моделями кредитования сельскохозяйственного товаровиробництва.

**Ключевые слова:** экономико-математическое моделирование, компьютерное моделирование, абстрактная модель зависимости, метод аналитического выравнивания, уравнения регрессии, трендова кривая, инфологичная модель.

**Sydor H. V.**

Chortkiv educational and scientific Institute of Business

Ternopil National Economic University

**ECONOMIC MODELING OF LENDING PROCESS FOR AGRICULTURAL  
PRODUCTION**

**Summary.** The mathematical model of determining the need of crediting for agricultural producers was developed. The lending model of agricultural commodity production was built on the example of field crops direction. On the basis of the invented model the lending program for agricultural enterprise JSC “Rock-Podolsk”

was presented, and defines the minimum requirements of the loan, which is 500 thousand UAH. Benefits of the proposed model were specified comparing to existing lending models for the agricultural sector.

**Keywords:** economic and mathematical modeling, computer modeling, an abstract model of addiction, the analytical method of alignment, regression, trend curve.

**Sydor H. V.**

Chortkiv educational and scientific Institute of Business

Ternopil National Economic University

## **ECONOMIC MODELING OF LENDING PROCESS FOR AGRICULTURAL PRODUCTION**

**Purpose.** Developing a mathematical model for determining the optimal levels of lending demand for agricultural producers. Building a model for crediting of agricultural commodity production on the example of field crops direction. On the basis of the invented model developing a lending program for the agricultural enterprise JSC “Rock-Podolsk” and defining the minimum requirements of the loan. Specify the advantages of the model compared with existing models of crediting of agricultural commodity production.

**Methodology of research.** Theoretical and methodological basis of the research is the scientific works of national and foreign authors on an effective system of credit funds for agricultural enterprises, the Internet Resources. The study uses the general and special techniques, including: monographic - in carrying out the literature review of the investigated problem; systemic and structural analysis – in justification the developing of economic and mathematical model for determining the needs of agricultural producers in credit resources, taking into account the time lag, the seasonal factor and risk; applied the techniques of graphical display of the results.

Findings. The mathematical model of determining the need of crediting for agricultural producers was developed. The crediting model of agricultural commodity production was built on the example of field crops direction. On the basis of the invented model the lending program for agricultural enterprise JSC “Rock-Podolsk” was presented, taking into account seasonality, risk and defines the minimum requirements of the loan, which is 500 thousand UAH. Benefits of the proposed model were specified comparing to existing models, such as determining the credit support entities, namely the maximum consideration of the specifics of the agricultural sector, including seasonality of production and incident to industry risks.

Originality consists of the theoretical basis and practical solution to the complex issues related to the lack of own funds. Therefore, in the research the need for credit support of agricultural enterprises was determined using the economic and mathematical modeling. For this purpose it was proposed and tested a mathematical model for calculating the amount of the loan on the certain period of time.

Practical value. The results of research is the basis for solving the complex of practical problems of credit support agriculture. Argued that in a prospect this economic and mathematical models belong to the leading role in providing of lending to agricultural producers.

**Сидор Г. В.**

## **ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КРЕДИТУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Анотація.** 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 Плодорозсадник “Скала-Подільський” та визначено розмір мінімальної потреби кредиту, яка становить 500 тис. грн. Вказано 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.