

Тетяна В. Блудова, Анатолій Б. Кулик

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ СТРАТЕГІЇ НА МОЛОКОПЕРЕРОБНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

У статті досліджено і проаналізовано функціонування молокопереробного підприємства, яке складається з основного підприємства та допоміжного, при залученні зовнішніх інвестицій. Розглянуто структуру системи виробництва підприємства. Представлені моделі дозволяють дослідити динаміку розвитку підприємств такого типу.

Ключові слова: економіко-математична модель; амортизація; виробничі функції; молокопереробне підприємство.

Форм. 6. Табл. 2. Рис. 7. Літ. 15.

Татьяна В. Блудова, Анатолий Б. Кулик

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ НА МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ

В статье исследовано и проанализировано функционирование молокоперерабатывающего предприятия, которое состоит из основного предприятия и вспомогательного, при привлечении внешних инвестиций. Рассмотрена структура системы производства. Представленные модели позволяют проследить динамику развития предприятий такого типа.

Ключевые слова: экономико-математическая модель; амортизация; производственные функции; молокоперерабатывающее предприятие.

Tetyana V. Bludova¹, Anatoliy B. Kulyk²

MATHEMATICAL MODELLING OF INVESTING STRATEGY FOR A MILK PROCESSING ENTERPRISE

The article analyzes milk processing enterprise functioning under the mobilization of external investments. The structure of the production system has been considered. The presented models allow trace the dynamics of the development of such enterprises.

Keywords: economic and mathematical model; depreciation; production functions; milk processing enterprise.

Постановка проблеми. На сучасному етапі реформування економіки України недостатньо вирішеним питанням є пошук шляхів ефективного розвитку ринкового господарства з метою регулювання обсягів виробництва продукції та її збуту. Особливо відчутна ця проблема на продовольчому ринку, рівень розвитку якого впливає не тільки на забезпечення населення продуктами харчування, а й на соціально-економічний стан країни в цілому.

У сукупності продовольчих товарів важливе місце належить молочній продукції. Забезпеченість населення країни життєво необхідними продуктами харчування, які виготовляються з молока, залежить від розвитку такої складової ринку продовольства, як ринок молока та молочної продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні десятиліття значна частина дискусій відносно інновацій зосереджена на дослідженні типів потоків знань, які можуть допомогти малим підприємствам опанувати нові технології і можливості їх трансформувати у відповідні надбання. Так, в [7, 10] прове-

¹ Vadym Hetman Kyiv National Economic University, Ukraine.

² Vadym Hetman Kyiv National Economic University, Ukraine.

дено загальний аналіз здійснення інвестиційно-інноваційної діяльності на підприємствах харчової промисловості України, виявлено основні причини зниження рівня інвестиційно-інноваційної активності вітчизняних суб'єктів господарювання та визначено можливі шляхи його підвищення. У [5, 78] розглянуто проблеми та перспективи застосування апарату економіко-математичного моделювання для підвищення ефективності бізнес-процесів агропромислових підприємств України в умовах невизначеності. В [1, 24] досліджено рівень концентрації та спеціалізації виробництва молока сільськогосподарськими підприємствами, проведено групування цих підприємств та визначено економічну ефективність виробництва молока за рівнем рентабельності. У [12, 136] розглядається стан і можливості залучення інвестицій в аграрний сектор економіки, визначено сучасний стан інвестиційного процесу в Україні, особливості його здійснення в аграрному секторі економіки та запропоновано шляхи його оптимізації. У [4, 39] виявлено проблеми та пріоритети розвитку молокопереробних підприємств в умовах становлення ринкових відносин; з'ясовано чинники підвищення економічної ефективності їх функціонування; обґрунтовано заходи посилення контролю за дотриманням заготівельними структурами молокопереробних підприємств екологічних вимог. У [8, 20] розкрито проблеми розвитку молокопродуктового комплексу України за останні 20 років: динаміку підприємств, зношеність основних засобів, надходження капітальних інвестицій у молочну промисловість; проаналізовано динаміку і структуру поголів'я корів, виробництва молока всіх видів у розрізі основних категорій господарств; обґрунтовано перспективні напрями реінжинірингу бізнес-процесів у молокопродуктовому ланцюзі шляхом формування холдингових структур і молочних кластерів, інноваційним ядром яких виступатимуть молокопереробні підприємства і молочні комбінати. У [13, 181] на основі аналізу результатів діяльності у сфері виробництва кормів зроблено висновки щодо основних тенденцій розвитку кормовиробництва в Україні та визначено перспективні напрямки інвестиційного розвитку галузі.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. Незважаючи на значну кількість літератури, присвяченої дослідженню й аналізу роботи молокопереробних підприємств, однією з актуальних проблем економіки України залишається дослідження напрямків використання та характеристики інвестицій в цій галузі малого бізнесу.

Метою дослідження є аналіз функціонування малого підприємства, яке складається з основного підприємства (виготовлення молока та молочної продукції) та допоміжного (фермерське господарство) при залученні зовнішніх інвестицій. Використовуючи апарат економіко-математичного моделювання інвестиційної діяльності підприємства в роботі проаналізовано характеристики, які впливають на динаміку розвитку підприємства в цілому та на стратегію інвестування, яка відображає процеси самофінансування підприємства. Для аналітичного розв'язання динамічну модель економічної системи необхідно представити у вигляді диференціального рівняння [14, 113].

Основні результати дослідження. Розглянемо функціональну структуру взаємодії молокопереробного підприємства, що складається з двох ланок: основне виробництво (виробництво молока і молочних продуктів) і допоміж-

не виробництво (діяльність кормової ферми). Динаміка такого підприємства може бути представлена схемою, що зображена на рис. 1. Кормова ферма виражає процес, в якому за рахунок зовнішніх інвестицій в виробництво молока і молочних продуктів відбувається накопичення власних коштів, крім централізованих капіталовкладень при нормативному відрахуванні обсягу реалізованої продукції.

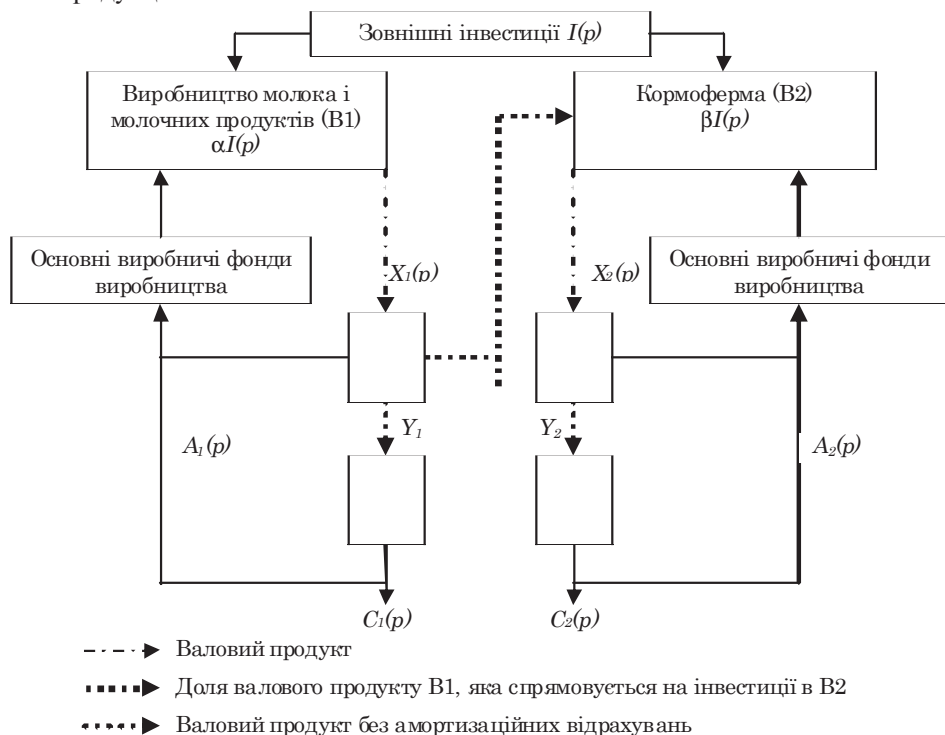


Рис. 1. Функціональна структура взаємодії молокопереробного підприємства, розраховано на основі даних ТОВ «Волочиськ-агро»

На рис. 1 введено наступні позначення: $I(p)$ – зовнішні інвестиції; $\alpha I(p)$, $0 < \alpha < 1$ – інвестиції, направлені у B1; $\beta I(p)$, $0 < \beta < 1$, $\alpha + \beta = 1$ – інвестиції, направлені в B2; $X(p)$ – валовий продукт, виробнича функція; $Y(p)$ – валовий продукт за мінусом амортизаційних відрахувань; $C(p)$ – кінцевий продукт; $A(p)$ – амортизаційні відрахування; $\alpha X(p)$ – доля валового продукту, яка використовується для капіталовкладень; $(1 - \nu) \alpha_2 X_2(p)$ – доля валового продукту B1, призначена для інвестицій в B2; $I(p) = \mu \times X_2(p)$, $\mu > 0$ – залежність зовнішніх інвестицій від ефективності функціонування B1.

У даному випадку виробничі функції для основного виробництва та кормоферми будуть мати вигляд [9, 223]:

$$x_1(t) = \frac{\mu_1(1-\nu)a_2x_2^0}{n_1 - a_1\mu_1 - n_2 + \nu a_2\mu_2} \left[e^{(\mu_2(1-\nu)a_2 - n_2)t} - e^{(\mu_1 a_1 - n_1)t} \right] + x_1^0 e^{(\mu_1 a_1 - n_1)t};$$

$$x_2(t) = x_2^0 e^{(\nu \mu_2 a_2 - n_2)t},$$
(1)

де μ_i , α_i , n_i , $i = 1, 2$ відповідно рентабельність власного капіталу, доля виробничих капіталовкладень, норма амортизації виробничих фондів для кожного з виробництв, $t \in (0; T)$, де T – лаг експлуатації виробництва.

Розрахунок показників сезонності (другий рядок на рис. 2) – відношення щомісячного надою до середнього надою $x/x \times 100$. Розраховані показники сезонних коливань молока вказують, що надій молока в літні та весняні місяці значно збільшується, а в зимові та осінні – зменшується. Так, у червні валовий надій молока в господарстві становить 1590 ц, що майже в 1,6 разів перевищує середньомісячний рівень цього показника.

Для подальших розрахунків інтерес представляє літній сезон, коли динаміка виробництва валового надою молока найвища.

У дослідженні сезонних коливань велику роль відіграють ряди динаміки, особливо в тих видах економічної діяльності, які мають сезонний характер (сільське господарство). При цьому застосовують різні прийоми, найбільш поширеним серед яких є обчислення відхилень внутрішньорічних даних використовуючи середньорічні.

Проаналізуємо сезонність виробництва валового надою молока в сільськогосподарському підприємстві за 2012 р. на основі даних молокопереробного підприємства «Волочиськ-агро» (рис. 2). Сезонність характеризується відношенням кожного рівня до середнього рівня ряду динаміки. Визначення середнього рівня ряду, тобто середньомісячного надою молока за формулою

середньої арифметичної простої: $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{12026}{12} = 1002$ (ц), де \bar{x} – середній рівень; x – рівень кожного місяця; n – число місяців.

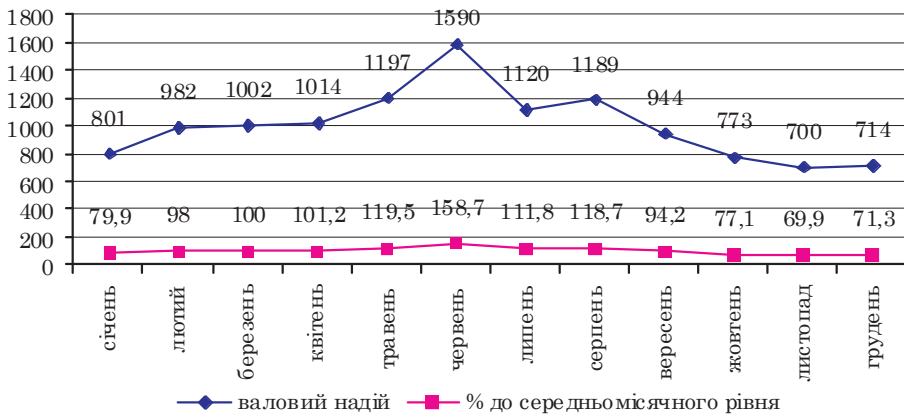


Рис. 2. Динаміка виробництва валового надою молока в сільськогосподарському підприємстві за 2012 рік, розраховано на основі даних ТОВ «Волочиськ-агро»

Проаналізуємо амортизаційні витрати основних засобів та нематеріальних активів на молокопереробному підприємстві в період з 2009 р. по 2013 рік. Застосовуючи формулу Стеджерса, дані за 60 місяців подамо у вигляді інтервального статистичного розподілу випадкової величини X – витрат на аморти-

зацію основних засобів та нематеріальних активів для основного виробництва (В1).

Таблиця 1. Витрати на амортизацію основних засобів та нематеріальних активів для В1, авторська розрахунки

$h = 0,002$	0,007– 0,009	0,009– 0,011	0,011– 0,013	0,013– 0,015	0,015– 0,017	0,017– 0,019	0,019– 0,021
n_i	10	12	14	9	7	5	3
w_i	0,167	0,2	0,233	0,15	0,117	0,083	0,05

Як видно з рис. 3, пік амортизаційних витрат основних засобів та нематеріальних активів знаходиться в межах 1,1–1,3% витрат підприємства, що також припадає на літні місяці.

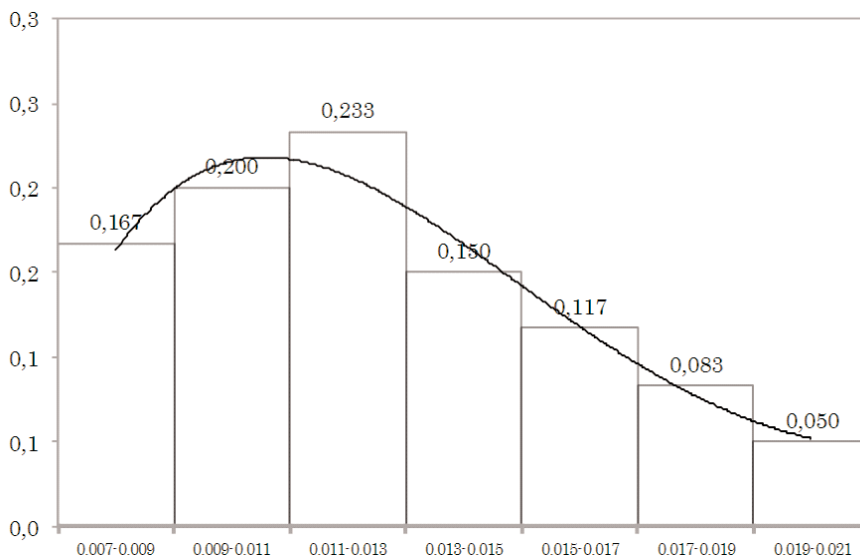


Рис. 3. Щомісячні амортизаційні відрахування на В1, 2009–2013 рр., розраховано на основі даних ТОВ «Волочиськ-агро»

З гістограми на рис. 3 можна припустити, що щомісячні амортизаційні відрахування на виробництві молока та молочних продуктів розподілені за законом Гумбеля з параметрами $\alpha = 3, \beta = 3$.

Розподіл Гумбеля – це подвійний експоненційний розподіл, що використовується здебільшого при статистичному аналізі снігових і вітрових навантажень на споруди [6, 286]. Функція розподілу має вигляд:

$$F(x) = \exp\left(-\exp\left(\frac{\alpha - x}{\beta}\right)\right), \tag{2}$$

щільність розподілу Гумбеля:

$$f(x) = \frac{1}{\beta} \exp\left(\frac{\alpha - x}{\beta} - \exp\left(\frac{\alpha - x}{\beta}\right)\right). \tag{3}$$

Параметри α і β пов'язані з математичним сподіванням (\bar{x}) наступним співвідношенням:

$$\bar{x} = \alpha - \gamma\beta, \tag{4}$$

де $\gamma = 0,57776$ – стала Ейлера-Маскероні.

Графік функції щільності розподілу Гумбеля побудований на рис. 4.

$$\{\alpha = 2, \beta = 2, 3, 4, 5\}$$

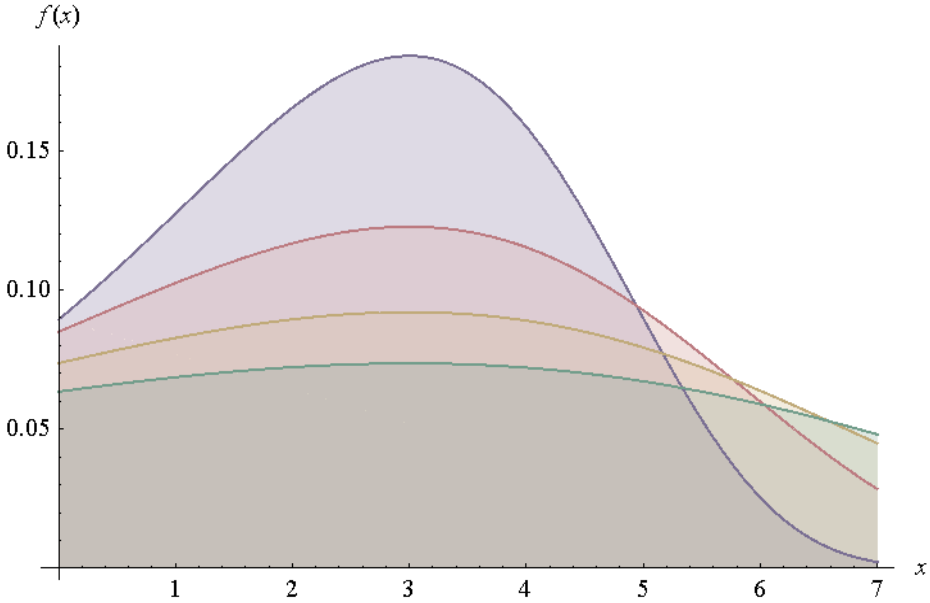


Рис. 4. Графік функції щільності розподілу Гумбеля, авторська побудова

За допомогою критерію узгодженості Пірсона [11, 97] при рівні значущості $\alpha = 0,05$ перевірено правильність гіпотези про розподіл закону Гумбеля ознаки X – витрат на амортизацію основних засобів та нематеріальних активів.

Тоді середньомісячну норму амортизації обираємо як математичне сподівання, яке відповідає закону розподілу Гумбеля – витрат на амортизацію основних засобів та нематеріальних активів у відносних одиницях:

$$n_1 = \frac{\alpha - \gamma\beta}{100} \approx 0,013. \tag{5}$$

Для кормоферми (В2) амортизаційні витрати основних засобів та нематеріальних активів за 60 місяців подамо у вигляді наступного інтервального статистичного ряду.

Таблиця 2. Витрати на амортизацію основних засобів та нематеріальних активів для В2, авторські розрахунки

$h = 0,0004$	0,004– 0,0044	0,0044– 0,0048	0,0048– 0,0052	0,0052– 0,0056	0,0056– 0,006	0,006– 0,0064	0,0064– 0,0068
n_i	9	9	8	8	8	9	9

З табл. 2 припускаємо, що амортизаційні відрахування протягом 5 років для виробництва В2 розподілені за рівномірним законом з параметрами $a = 0.004$, $b = 0.0068$.

Функція щільності цього розподілу та математичне сподівання мають вигляд [3, 78]:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a, x \geq b, \\ \frac{1}{b-a}, & a < x < b; \end{cases} \quad (6)$$

$$\bar{x} = \frac{a+b}{2}.$$

Тому за норму амортизації можна взяти математичне сподівання цього неперервного закону розподілу: $n_2 = 0,0054$.

Для аналізу коефіцієнта рентабельності власного капіталу зауважимо, що лінія для виробництва кисломолочних напоїв резервуарним способом включає танк для зберігання молока, відцентрований насос, сепаратор-молокоочисник, гомогенізатор, танки для сквашування молока і автомати для розливання у пляшки і пакети [2, 272]. Основною структурною одиницею матеріально-технічної бази на кормофермах є поточна технологічна лінія [10, 19], яка складається з сукупності різного роду устаткування (доставка води, кормів, поточне прибирання гною тощо).

Коефіцієнти рентабельності власного капіталу розрахуємо як відношення чистого прибутку до середньорічної вартості власного капіталу. З аналізу статистичних даних ТОВ «Волочиськ-агро» одержується рентабельність власного капіталу, яка дорівнює $\mu_1 = 1,23$, $\mu_2 = 1,01$, а також доля виробничих капіталовкладень $a_1 = 0,25$, $a_2 = 0,2$.

Не обмежуючи загальності, покладемо початкові умови у виробничих функція для основного виробництва і для кормоферми: $x_1^0 = x_2^0 = 1$.

На рис. 5–7 показано динаміку розвитку основного виробництва В1 в залежності від того, яку долю валового продукту у відносних одиницях інвестувати у В2.

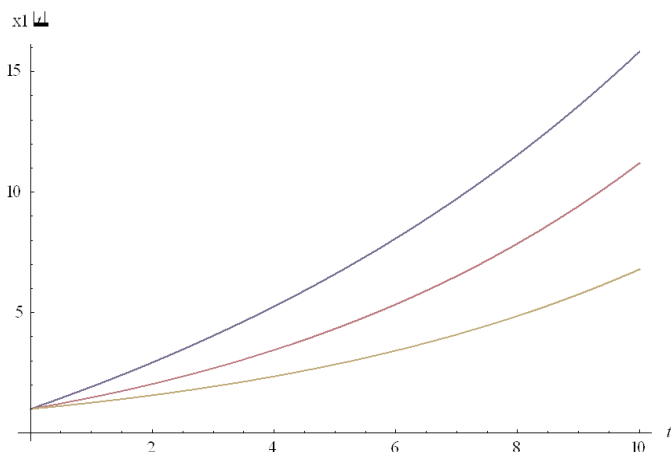


Рис. 5. Вигляд виробничої функції при $0,05 < v < 0,25$, авторська побудова

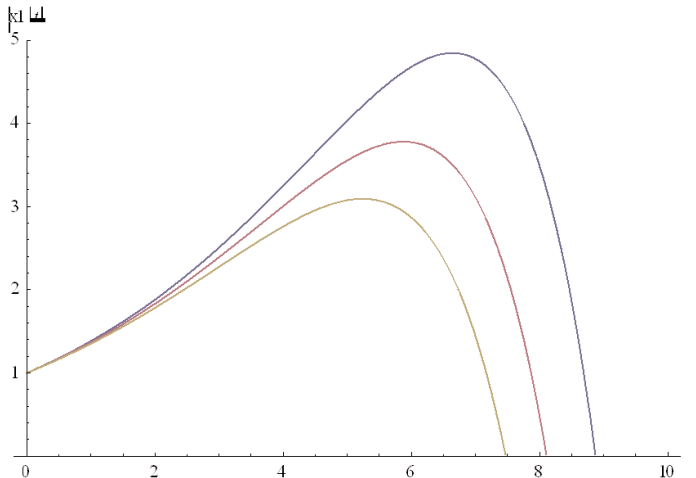


Рис. 6. Вигляд виробничої функції при $0,25 < v < 0,45$, авторська побудова

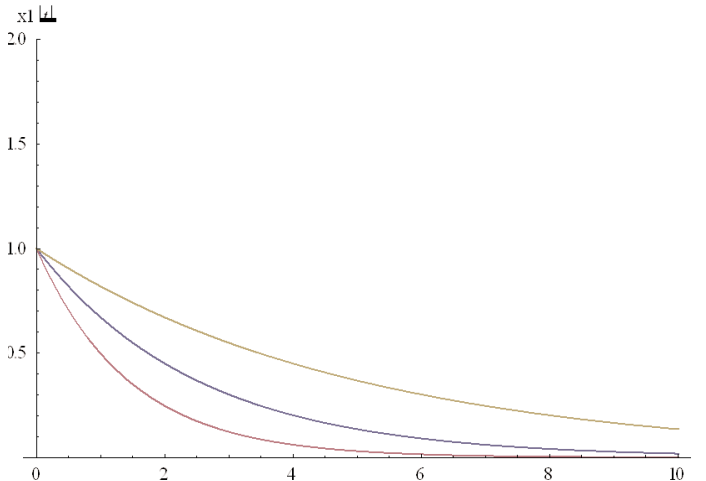


Рис. 7. Вигляд виробничої функції при $0,45 < v < 0,75$, авторська побудова

Якщо інвестиції не перевищують 20% валового продукту основного підприємства (рис. 5), то виробництво В1 прогресує. Якщо цей показник знаходиться в межах $0,25 < v < 0,45$ (рис. 6), то за початковим зростанням настає процес стагнації і, відповідно, регресії. При виділенні більше 45% власного капіталу на інвестиції в діяльність кормової ферми (рис. 7) молокопереробне підприємство буде регресувати.

Висновки. Розглянуто функціонування малого підприємства, яке складається з двох ланок. Використовуючи експоненційний розподіл, проаналізовано характеристики, які впливають на динаміку розвитку підприємства. Виходячи з виробничих функцій, необхідно забезпечити співвідношення економічного коефіцієнта v таким чином, щоб виробництво В1 не регресувало ($n_2 \geq v a_2 \mu_2$), а прогресувало і збільшувало обсяги випуску продукції і валові капіталовкладення ($n_2 < v a_2 \mu_2$).

1. *Безсмертна О.В., Тарасюк Н.М.* Вплив рівня концентрації та спеціалізації на ефективність виробництва молока в сільськогосподарських підприємствах // *Економіка АПК.*— 2012.— №4. — С. 23–27.
2. *Беляничков М.М., Смирнов А.І.* Механізація тваринництва. — К.: Вища школа, 1980. — 376 с.
3. *Блудова Т.В.* Теорія ймовірностей: Навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів. — Львів: Львівський банківський ін-т НБУ, 2005. — 320 с.
4. *Божидарнік Т.* Проблеми та пріоритети розвитку молокопереробних підприємств в сучасних умовах господарювання // *Економіст.*— 2011.— №1. —С. 39–41.
5. *Голованенко М.В.* Перспективи використання апарату моделювання в діяльності агропромислових підприємств України // *Економіка и управление.*— 2012.— №1. — С. 78–82.
6. *Гумбель Э.* Статистика экстремальных значений. — М.: Мир, 1965. — 450 с.
7. *Зернюк О.В., Заїка О.С.* Оцінка інвестиційно-інноваційної діяльності на підприємствах харчової промисловості України // *Економіка и управление.*— 2012.— №3. — С. 101–107.
8. *Кирсанов Д., Божидарнік Т.* Трансформації в молокопродуктовому підкомплексі АПК України та проблеми й напрямки реінжинірингу бізнес-процесів // *Економіст.*— 2011.— №7. — С. 19–24.
9. *Кулик А.Б.* Застосування операційного числення для дослідження взаємодії малих підприємств в агропромисловому комплексі // *Вісник Східноєвропейського університету економіки і менеджменту.*— 2011.— №1. — С. 217–225.
10. *Мельников С.В.* Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. — Л.: Агропромиздат, 1985. — 640 с.
11. *Никитина Н.Ш.* Математическая статистика для экономистов: Учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М; Новосибирск: НГТУ, 2001. — 170 с.
12. *Рябенко А.Я.* Аналіз інвестиційних процесів в аграрному секторі економіки // *Аграрний вісник Причорномор'я.*— Серія: Економічні науки.— 2011.— №60. — С. 136–139.
13. *Спринчук Н.А.* Сучасний стан та перспективи інвестиційного розвитку системи кормовиробництва // *Інноваційна економіка.*— 2012.— №2. — С. 180–183.
14. *Hands, D.W.* (2004). *Introductory Mathematical Economics.* Oxford University Press. 381 p.
15. *Spithonen, A., Vanheverbeke, W., Roijackers, N.* (2013). Open innovation practices in SMEs and large enterprises. *Small Business Economics*, 41(3): 537–562.

Стаття надійшла до редакції 14.07.2014.