

УДК 658.1

О. Л. Фещенко,

к. е. н., доцент, заступник директора з науково-педагогічної та навчальної роботи,  
Університет менеджменту освіти Національної академії педагогічних наук України.

ORCID ID: 0000-0002-0906-0398

А. В. Ліщенко,

аспірант, Міжрегіональна Академія управління персоналом

ORCID ID: 0000-0002-8713-3054

DOI: 10.32702/2306-6792.2020.17—18.85

## ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТ МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

O. Feshchenko,

PhD in Economics, Associate Professor, deputy director for scientific, pedagogical and educational work  
of the University of Education Management of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine

A. Lishchenko,

Postgraduate student of the Interregional Academy of Personnel Management

### COST OPTIMIZATION OF MILK PROCESSING ENTERPRISES USING LINEAR PROGRAMMING METHODS

Проблеми управління витратами на підприємствах з переробки молока завжди мали важливе значення, і це стосується не лише оптимізації виробництва, а й оптимізації транспортних перевезень, використання робочого часу, енергоресурсів тощо. Тому сама методологія скорочення витрат суттєво впливає не лише на безпеку окремого підприємства, а й на економічну безпеку держави загалом. Водночас через безпричинне завищення витрат, підприємці несуть збитки, а їх оцінка належним чином не здійснюється.

Розвиток перевезень, збільшення виробничих потужностей та поширення ролі інформаційних технологій в сучасних умовах роблять обґрунтування рівня витрат та їх калькуляцію пріоритетними напрямками будь-яких підприємств.

Тому, в статті актуалізовані підходи до управління витратами молокопереробних підприємств з використанням оптимізаційних методів лінійного програмування.

Досліджено практичні аспекти застосування задач оптимізації виробництва, а також у рамках цієї статті розроблено програмний продукт для вирішення транспортної задачі симплекс методом.

З метою практичної апробації представлених у статті способів становлення максимально можливого прибутку, в умовах обмежень по ресурсам, було визначено максимально можливий прибуток для ПрАТ "Обухівський молокозавод", що в результаті дало можливість визначити найбільш стратегічні товари.

Частина даних, які було задіяно в розрахунку оптимізаційної моделі, взято із статистики фондового ринку України, інші встановлено, як умовні величини, оскільки вони можуть становити комерційну таємницю.

У результаті було отримано оптимальний асортимент продукції на підприємстві.

Таким чином, у статті представлено приклад того, що в ідеальних умовах підприємство може отримувати більші прибутки, але розрахунок здійснювався без урахування ринкових особливостей, цінової політики постачальників сировини, державного регулювання, валютних коливань та інших факторів, які мають вплив на прибуток підприємства, що обумовлює подальший розвиток отриманих у статті напрацювань.

Problems of cost management in milk processing enterprises have always been important, and this applies not only to the optimization of production, but also to the optimization of transportation, the use of working time, energy resources, and so on. Therefore, the very methodology of cost reduction significantly affects not only the security of the individual enterprise, but also the economic security of the state as a whole.

The development of transportation, increasing production capacity and expanding the role of information technology, in modern conditions, make the justification of the level of costs and their calculation a priority for any enterprise.

However, due to unreasonably high costs, entrepreneurs incur losses and their assessment is not carried out properly. Therefore, the article actualizes the approaches to cost management of dairy enterprises using optimization methods of linear programming.

The practical aspects of application of production optimization problems are investigated, and also, within the limits of the given article, the software product for the decision of a transport problem by a simplex method is developed.

For the purpose of practical approbation of the ways of establishment of the maximum possible profit presented in article, in the conditions of restrictions on resources, the maximum possible profit at the Obukhov dairy plant was defined that as a result gave the chance to define the most strategic goods.

Some of the data used in the calculation of the optimization model were taken from the statistics of the stock market of Ukraine, others were established as conditional values, as they may constitute a trade secret.

As a result, the optimal range of products was obtained at the enterprise.

Thus, the article presents an example that in ideal conditions the company can make more profits, but at the same time the calculation was carried out without taking into account market characteristics, pricing of suppliers of raw materials, government regulation, currency fluctuations and other factors that affect the company's profits, which determines the further development of the developments obtained in the article.

*Ключові слова: оптимізація виробництва, задачі лінійного програмування, молокопереробні підприємства, транспортна задача, витрати, економічна безпека.*

*Key words: production optimization, linear programming problems, dairy enterprises, transport problem, costs, economic security.*

### ВСТУП

Практична реалізація процесів знаходження найкращих рішень з управління молокопереробними підприємствами, ускладнюється вибором переваг, представленням показників, а також вибором напрямку їх оптимізації.

Для задач оптимізації витрат можливість забезпечення адекватного вибору найкращої альтернативи у практичних ситуаціях ускладнюється ще й наявністю значної кількості непередбачених витрат.

Не менш важливою проблемою є й те, що підприємства з переробки молока схильні до впливу внутрішніх та зовнішніх загроз та ризиків. Тому підтримка позитивної динаміки розвитку має базуватися на комплексних дослідженнях проблем оптимізації виробничих та організаційних витрат.

У зв'язку з цим нові підходи до управління молокопереробними підприємствами набувають нового наукового наповнення, яке уособлює в собі, оптимальний вибір альтернативних форм прогнозування з урахуванням можливостей самих підприємств.

Так, вибір ефективних стратегічних рішень, на основі багатокритеріальних підходів з управління підприємствами і вирішують майбутню долю підприємств в умовах жорсткої конкуренції та обмеження ресурсів. І це беззаперечно відіграє ключову роль у процесі формування системи економічної безпеки: окремих підприємств, їх об'єднань, держави та економічної безпеки світового рівня загалом.

Огляд можливостей застосування оптимізаційних методів під час вирішення задач з моделювання господарської діяльності молокопереробних підприємств.

Важливим напрямом удосконалення, планування та аналізу діяльності будь-якого під-

приємства є формування математичних моделей, які допомагають конкретизувати інформацію стосовно варіантів вибору оптимальних рішень. І, заважаючи на те, що на ідеях математичного програмування, побудовано багато практичних способів оптимізації витрат, найбільш широке застосування знайшли методи лінійного програмування, оскільки обмеження на можливі використання ресурсів можна виразити кількісно, за допомогою лінійних взаємозв'язків між змінними. А економічні завдання, які вирішуються із застосування таких методів, відрізняються належною кількістю альтернативних рішень. Тому саме такий підхід дозволяє визначити оптимальне рішення із досить значної кількості альтернативних варіантів.

Сам критерій оптимізації називають цільовою функцією. Як правило, складовими такої функції виступає кількість, або вартість продукції чи послуг, сума прибутку та інші види витрат та доходів. Обмеженнями виступають матеріальні та трудові ресурси.

Історично зафіксовано, що спроби використання задач лінійного програмування для вирішення економічних задач беруть свій початок ще з 1938 р., коли радянський вчений Л. Канторович провів ряд досліджень пов'язаних із оптимізацією витрат на використання фанери та оптимальної роботи верстатів, шляхом визначення найбільш вигідних для виробництва кроїльних розмірів. З того часу графічний метод лінійного програмування та симплекс метод стали використовуватися на теренах тогочасної країни [1].

І на сьогодні методологія вирішення оптимізаційних задач з використанням симплекс методу та графічного методу майже не змінилася, змінилися лише засоби їх вирішення. Так, в

Таблиця 1. Інформаційна база для формування моделі транспортної оптимізації

Склади молочної продукції	Споживачі молочної продукції				Запаси на складах
	1	2	....	n	
1	$c_{11}$	$c_{12}$	....	$c_{1n}$	$a_1$
2	$c_{21}$	$c_{22}$	....	$c_{2n}$	$a_2$
....	....	....	....	....	....
m	$c_{m1}$	$c_{m2}$	....	$c_{mn}$	$a_m$
Потреби	$b_1$	$b_2$	....	$b_n$	

Джерело: складено автором.

епоху "четвертої технологічної революції", коли штучний інтелект інтегрувався майже в усі сфери нашого життя, ми маємо унікальну можливість застосовувати надпотужні засоби обчислювальної техніки для проведення таких розрахунків, оскільки саме симплекс метод може бути віднесений до ітераційних задач по знаходженню оптимального плану. А основний підхід до постановки оптимізаційних задач можна представити так.

Маючи ряд змінних, що характеризують вартість ресурсів та їх кількість, отримується цільова функція:  $f(x) = (c_1x_1 + c_1x_2 + c_1x_3 + \dots + c_1x_n)$ , задачами якої є встановлення її максимуму, або мінімуму в умовах, коли змінні  $x$  відносяться до певної множини, що має обмеження (кількість продуктів на складі, потреби ринку, кількість енергоресурсів, тощо).

Системи обмежень у задачах лінійного програмування, в канонічній формі представляються так:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \dots + a_{3n}x_n = b_3 \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m \end{cases} \quad (1),$$

$$x_{ij} \geq 0, (i = 1, 2, \dots, n), (j = 1, 2, \dots, n)$$

де:

$x_n$  — кількість ресурсних елементів;

$a_n$  — вартість ресурсних елементів;

$b_n$  — обмеження.

Так, задача, в якій потрібно знайти максимум цільової функції при обмеженнях, що задані системою нерівностей, дозволяє отримати кількість максимальних, або мінімальних витрат.

На сьогодні в умовах глобалізації та інтеграції кожної країни в глобальну світову економіку оптимізаційні методи найбільш широко застосовуються в транспортних переведеннях. Це певної мірою стосується і молокопереробних підприємств, оскільки термін дії молочних продуктів не довготривалий, а вартість переведення залежить від часу. Чим швидше буде доставка, тим більша її вартість. Так, транспортні задачі можна поділити на такі категорії:

- за швидкістю перевезення,
- за вартістю переведення,
- за якісними характеристиками.

Обмеженнями можуть бути, як потреби в товарі, так і ряд інших чинників, як-от: пропускна спроможність доріг, погодні умови тощо. Проте найбільший критерій оптимальності є вартість доставки.

В умовах, коли час не є визначальним фактором, транспортну задачу можна сформулювати так.

Нехай існує певна кількість складів для зберігання молока в  $m$  кількості одиниць ( $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ) і є  $n$  кількість споживачів  $b$ , які мають певну кількість потреб ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ ). Втрати на перевезення з  $i$ -того складу  $j$ -тому споживачеві  $C_{ji}$  грошових одиниць є постійними величинами. Максимальну кількість молочних продуктів, яку можна перевезти з  $i$ -того складу  $j$ -тому споживачеві позначмо, як  $x$ , що завжди  $x_{ji} \geq 0$ , в іншому випадку поставка не планується.

План забезпечення усіх споживачів може бути представленим у вигляді матриці:

$$|x_{ji}| = \begin{vmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m1} & x_{m1} & \dots & \dots & x_{mn} \end{vmatrix},$$

а структуру моделі транспортної оптимізації у вигляді таблиці (табл. 1).

Виходячи з того, що з будь-якого складу з молокопродуктами, можна взяти не більше, ніж їх є в наявності  $\sum_{j=1}^n x_{ji} \leq a_j, (i = 1, 2, 3 \dots m)$ , а заплановані замовлення споживачів мають бути реалізовані у повній кількості  $\sum_{i=1}^m x_{ji} = b_j, (j = 1, 2, 3 \dots n)$ , то таку задачу прийнято називати задачею закритого типу, що відповідає рівнянню:

$$\sum_{j=1}^n b_j \leq \sum_{i=1}^m a_i \quad (2).$$

Це означає, що запасів молока достатньо для відвантаження достатньої кількості молока.

Загальну суму перевезень, можна представити так:

$$S_{deliv} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m C_{ij} * x_{ji} \quad (3).$$

Тому основна задача оптимізації полягає в тому, щоб визначити такі маршрути перевезення  $x_{ij}$ , за яких загальна вартість перевезень буде мінімальною.

Огляд літературних джерел, які описують практичне застосування оптимізаційних задач на виробництві.

Значну роль у вирішенні задач лінійного програмування відіграють фактори, які в зазначеному вище тесті, представлено як обмеження. Так, нідерландські вчені, розглядаючи можливість застосування оптимізаційних задач, де пропонують власну модель розрахунку систем водопостачання питної води, де обмеженнями виступають потужність насосного обладнання, діаметр труб, їх довжина, кут нахилу та інші складові [2].

Широку сферу застосування оптимізаційних методів лінійного програмування прагнув охопити А. Кантарович, який започаткував ряд оптимізаційних підходів до вирішення виробничих питань з оптимізації виробництва. Дослідник вважав, що в основі ринкових цін має бути реалізований оптимізаційний алгоритм, який дозволяє вирішити питання оптимального виробництва на рівні економіки країни [3].

У доповнення цього слід звернути увагу на те, що беззаперечний успіх застосування симплекс методу в задачах лінійного програмування на практиці виражається двома аспектами: по перше, це практичне його застосування на виробництві, де є необхідність визначити порогові значення витрат, або максимального прибутку, по-друге, його ітераційний принцип реалізації дозволяє застосовувати засоби обчислювальної техніки і цим самим дозволяє працювати з великими масивами даних. Відповідні властивості завжди привертали увагу практиків оптимізації виробничих процесів.

Практична імплементація наукових досліджень в області застосування симплекс методу, також була реалізована Є. Бунтовою та А. Нізовцевою, що дозволило застосувати теорію двоїстості для вирішення задач з планування випуску продукції. Так, завдяки вирішенню прямої та двоїстої оптимізаційної задачі, було сформульовано висновок щодо застосування відходів виробництва в повторному виробничому циклі [3].

Приклади практичної реалізації симплекс методу можна спостерігати в розрахунку оптимального плану для побудови туристично-рекреаційного центру [4, с. 236—245]. На конференції, що присвячена питанням будівництва, В. Новосолов демонструє можливість за-

стосування симплексного методу до вирішення завдань з розрахунку кількості номерів заданого рівня комфортності при мінімальній загальній вартості будівельних робіт.

Симплекс метод широко застосовується при вирішенні землевпорядних та кадастрових питань.

Таким чином, можна спостерігати, що методи лінійного програмування реалізуються в різних областях, проте критерії оптимізації мають загальні риси (витрати, прибуток, кошти тощо).

Переважає кількість випадків практичного застосування симплекс методу завдяки його простоті та практичності.

Є приклади застосування симплекс методу для продовольчих задач. У зв'язку з тим, що значна частина населення споживає недостатню кількість вітамінів, то вченими запропоновано оптимізацію вмісту добавок, які підвищують харчову цінність хліба. Це дозволило збільшити кількість корисних речовин на 88% [5, с. 105—110].

Застосування симплекс методу при визначенні рівня оптимального виробництва молокопереробних підприємств.

Аналіз показників, які характеризують рівень економічної безпеки молокопереробних підприємств показав, що основними факторами впливу на її стан є зміна:

- собівартості продукції;
- ціни продукції;
- кількості продукції;
- та постійних витрат.

Тут кожна компонента має певні обмеження, за які підприємство не може виходити. Будь-то ринок збуту, який умовно поділено між основними гравцями на ринку, і підприємство має певні ліміти, або кількість сировини, яка теж обмежена, або існує обмеження по споживанню енергоресурсів. Тобто, мається на увазі наявність певних ресурсів, що беруть участь у виробництві продукції.

Саме такі обмеження і є однією із складових, від якої залежать обсяги реалізованої продукції, ціна на продукцію, і загалом рівень економічної безпеки підприємства. Тому кожен підприємець завжди намагається визначити, як отримати максимальний прибуток в умовах обмежених ресурсів.

Існує необхідність дати відповідь на питання, наскільки максимально можна отримати прибуток в умовах обмежених ресурсів, і наскільки він може бути мінімальним, у цих же умовах, за відсутності дестабілізуючих факторів.

Таблиця 2. Характеристика основних видів продукції ПрАТ Обухівський молокозавод у 2012 р.

	Кількість реалізованої продукції в натуральній формі (т)	Кількість реалізованої продукції у грошовій формі (тис. грн)	Кількість реалізованої продукції у відсотках до усієї виробленої продукції (%)	Ціна одиниці продукції (тис. грн за тонну)	Собівартість одиниці продукції (тис. грн за тонну)
Масло	310,2	14544	15,5	46,9	23,3
Молоко	5120,6	24281,4	25	4,7	2,3
Сметана	1222	17237,6	34	14,1	13,0

Джерело: [6].

У статті дослідження та апробацію оптимізаційних задач проведено з частковим використанням даних молокопереробних підприємств України. Так, зокрема дані стосовно видів продукції, що виготовляється, їх частки в загальному обсязі реалізованої продукції, а також частки в собівартості було отримано за даними українського інформаційного ресурсу smida [6].

Частки окремих складових собівартості за кожним виготовленим продуктом (обмеження цільової функції) було отримано експертним шляхом.

Фінансова звітність вітчизняних підприємств дає можливість визначити кількість основних товарів, що реалізуються та відсоток їх у загальній виручці від реалізації, а також їх частку у собівартості.

Обмеження по собівартості кожного із товарів, хоча й відображені в звітності підприємств, як матеріальні витрати, проте деталізації за кожним видом товару не представлено, тому їх представлено умовно.

Визначити максимально можливу виручку, з урахуванням певних обмежень по кількості сировини та ряду інших складових, що потрібні для виготовлення товарів, можна з використанням оптимізаційних методів лінійного програмування, зокрема симплекс методу.

Для отримання показників, було взято дані фінансової статистики за 2012 р. для ПрАТ "Обухівський молокозавод", яке мало такі основні види продукції:

- молоко (A1);
- масло вершкове (A2);
- сметана (A3);

Використовувалася сировина таких типів:

- молочні суміші (B1);
- закваска (B2);
- харчові консерванти (B3);
- пастеризовані вершки (B4);
- молочні мікроорганізми (B5);

Витрати сировини кожного типу на одиницю продукції та запаси сировини було представлено, як умовні величини, оскільки відповідні дані входять до комерційної таємниці. Отримані вихідні дані зведено у таблицях 2, 3.

З метою визначення максимального прибутку, з урахуванням відповідних обмежень, а також встановлення оптимальної кількості реалізованої продукції, створимо математичну модель оптимізаційної задачі:

Нехай  $x_1, x_2, x_3$  кількість одиниць продукції, яка виготовлялась в ПрАТ "Обухівський молокозавод" у 2012 р. має відому нам вартість  $a_1, a_2, a_3$ . За своїми властивостями ці змінні невід'ємні. Тоді сукупний прибуток від продажу виробленої продукції, яку потрібно максимізувати можна представити у вигляді функціональної залежності:

$$f(x_1, x_2, x_3) = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 \rightarrow \max \quad (4).$$

Для визначення такої залежності підрахуємо витрати сировини:

Молочні суміші B1:  $14x_1 + 2x_2 + 10,4x_3$ , за умовою що витрати не перевершують загальну кількість молочних сумішей (23000 кг),

Таблиця 3. Структура собівартості основних видів продукції ПрАТ Обухівський молокозавод у 2012 р.

	Масло		Молоко		Сметана		Кількість витраченої сировини за кожним видом продукції (кг)
	(%)	(тис. грн)	(%)	(тис. грн)	(%)	(тис. грн)	
Молочні суміші B1	60	14	90	2,0	80	10,4	23000
Закваска B2	5	1,2	-	-	10	1,3	14500
Харчові консерванти B3	5	1,2	5	0,1	5	0,6	13000
Пастеризовані вершки B4	25	5,8	-	-	-	-	14500
Молочні мікроорганізми B5	5	1,2	5	0,1	5	0,6	10000

Джерело: [6].

```

from pulp import *
prob = LpProblem('MAX',LpMaximize)
x1 = LpVariable("x1", lowBound=0)
x2 = LpVariable("x2", lowBound=0)
x3 = LpVariable("x3", lowBound=0)
prob += 46.9*x1 + 4.7*x2 + 14.1*x3, "obj"
prob += 14* x1 + 2*x2 + 10.4 * x3<= 23000,"1"
prob += 1.2* x1 + x2 + 1.3 * x3 <= 1450, "2"
prob += 1.2* x1 + 0.1* x2 + 0.6 * x3 <= 13000, "3"
prob += 5.8* x1 + x2 + x3 <= 14500, "4"
prob += 1.2* x1+ 0.1* x2 + 0.6 * x3 <= 10000, "5"
prob.solve()
print ("Оптимальний розподіл реалізованих товарів:",
LpStatus[prob.status])
for v in prob.variables():
    print (v.name, "=", v.varValue)
print ("Максимальний прибуток = %s$" %
value(prob.objective))

```

**Рис. 1. Програмний код, що реалізує задачу лінійного програмування**

Джерело: розроблено на основі технічної документації бібліотеки pulp, [8].

Закваска В2:  $1,2x_1 + x_2 + 1,3x_3$ , за умовою що витрати не перевершують загальну кількість молочних сумішей (14500 кг),

Харчові консерванти В3:  $1,2x_1 + 0,2x_2 + 0,6x_3$ , за умовою що витрати не перевершують загальну кількість молочних сумішей (13000 кг),

Пастерилізовані вершки В4:  $5,8x_1 + x_2 + x_3$ , за умовою що витрати не перевершують загальну кількість молочних сумішей (14500 кг),

Молочні мікроорганізми В5:  $1,2x_1 + 0,1x_2 + 0,6x_3$ , за умовою що витрати не перевершують загальну кількість молочних сумішей (10000 кг).

Отримавши відповідні дані, задачу лінійного програмування можна представити так:

$$\begin{aligned}
 f(x_1, x_2, x_3) &= 46,9x_1 + 4,7x_2 + 14,1x_3 \rightarrow \max, \\
 14x_1 + 2x_2 + 10,4x_3 &\leq 23000, \\
 1,2x_1 + x_2 + 1,3x_3 &\leq 14500, \\
 1,2x_1 + 0,1x_2 + 0,6x_3 &\leq 13000, \\
 5,8x_1 + x_2 + x_3 &\leq 14500, \\
 1,2x_1 + 0,1x_2 + 0,6x_3 &\leq 10000, \\
 \text{при } x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 &\quad (5).
 \end{aligned}$$

Процедура розрахунку симплекс методу досить тривала, тому основні положення, що установлені з літературних джерел [1—3] були взяті за основу розрахунку, що дало можливість автоматизувати процес вирішення задачі з використанням мови програмування Python та бібліотеки для розрахунку оптимізаційних задач pulp [7], (рис. 1).

Також запропонований алгоритм розрахунку відповідної оптимізаційної задачі було реалізовано в створеному автором веб-додатку, який дає можливість обчислювати подібні задачі, з використанням симплекс методу на сторінці авторів [9].

Таким чином, результати оптимізації за період 2012 року дозволили дати економічну

інтерпретацію оптимальному плану реалізації відповідної молочної продукції ПрАт "Обухівський молокозавод". Згідно з цим планом, для максимального прибутку, в умовах обмеження ресурсів, які було встановлено експертним шляхом, необхідно реалізовувати тільки 1208,3 т вершкового масла. Молоко та сметана за таких обмежень не мають реалізовуватися загалом.

У результаті розрахунку отримано:

$$x_1 = 1208,3$$

$$x_2 = 0.0$$

$$x_3 = 0.0$$

$$f(x_1, x_2, x_3) = 46,9 * 1208,3 + 4,7 * 0 + 14,1 * 0 = 56670,7 \text{ тис. грн.}$$

На відміну від реальних показників, що зазначені в статистичній звітності, при отриманих обмеженнях, оптимальний план перевищує прибуток підприємства від реалізації масла, молока та сметани у 2012 р. на 607,7 тис. грн.

## ВИСНОВКИ

Оптимізаційні методи лінійного програмування відіграють важливу роль у процесі інформаційно-аналітичного забезпечення економічної безпеки молокопереробних підприємств.

Дослідження показало, що обмежуючі фактори для збільшення прибутку є головним предметом вивчення для інформаційно-аналітичних підрозділів. Так, зокрема визначення оптимального асортименту продукції для ПрАт "Обухівський молокозавод" із застосуванням симплекс методу дозволило встановити межі максимального прибутку. Проте задача вирішувалася без урахування інших обмежуючих факторів, як: конкуренція, зовнішні фактори,

епідемії, тощо. Тому це обумовлює необхідність подальшого розвитку різних підходів до застосування симплекс методу в задачах оптимізації виробництва.

#### Література:

1. Андрианов А.А. Зарождение и ранняя история линейного Программирования, Специальность 07.00.10 — История науки и техники: диссертация на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук.

2. Van Laarhoven Karel & Vertommen Ina & Thienen, Peter. (2018). Technical note: Problem specific variators in a genetic algorithm for the optimization of drinking water networks. *Drinking Water Engineering and Science Discussions*. 1-8. 10.5194/dwes-2018-21.

3. Бунтова Е.В., Низовцев А.В. Анализ оптимальных решений экономических задач. *Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты*. 2013. № 4. С. 223—231.

4. Новоселов В.С. Возможности применения методов линейного программирования к задачам оптимального планирования строительства. *Инновации в отраслях народного хозяйства, как фактор решения социально-экономических проблем современности*. Сборник докладов и материалов 2-й Международной научно-практической конференции. Институт непрерывного образования, Московская государственная академия коммунального хозяйства и строительства, Центральный научно-исследовательский институт экономики и управления в строительстве. 2012. С. 236—245.

5. Андреев А., Смирнов С. Разработка рецептуры хлеба с повышенной пищевой ценностью // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств*. 2010. № 1. С. 105—110.

6. Агенство з розвитку фондового ринку "SMIDA" [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://smida.gov.ua>

7. Mitchell S.A. and Roy J.S. PuLP. <http://www.coin-or.org/PuLP/>

8. Програма бібліотека PULP [Електронний ресурс] // Репозиторій технічної документації бібліотек для мови програмування Python. — 2020. — Режим доступу до ресурсу: <https://pypi.org/project/PuLP/>

9. Ліщенко А.В. Методи дослідження питань інформаційного забезпечення економічної безпеки молокопереробних підприємств [Електронний ресурс] / А.В. Ліщенко. — 2019. — Режим доступу до ресурсу: <http://lischenko.pythonanywhere.com/>

#### References:

1. Andryanov, A.L. (2017), "The origin and early history of linear programming", Abstract of Ph.D. dissertation, Physics and Mathematics, Moscow, Russia.

2. Van Laarhoven, K. Vertommen, I. and Thienen, P. (2018), "Technical note: Problem specific variators in a genetic algorithm for the optimization of drinking water networks", *Drinking Water Engineering and Science Discussions*, pp. 1—8. DOI 10.5194/dwes-2018-21.

3. Buntova, E.V. and Nyzovtsev, A.V. (2013), "Analysis of optimal solutions to economic problems", *Fundamental'nye y prikladnye yssledovaniya: problemy y rezultaty*, vol. 4, pp. 223—231.

4. Novoselov, V.S. (2012), "Possibilities of applying linear programming methods to the problems of optimal construction planning", *Ynnovatsyy v otrasliakh narodnoho khoziajstva, kak faktor resheniya sotsyal'no-ekonomycheskykh problem sovremennosti*. *Sbornyk dokladov y materialov 2-j Mezhdunarodnoj nauchno-praktycheskoj konferentsyy [Innovations in the sectors of the national economy as a factor in solving the socio-economic problems of our time. Collection of reports and materials of the 2nd International Scientific and Practical Conference]*, *Ynstytut nepreryvnoho obrazovaniya, Moskovskaia hosudarstvennaia akademyia kommunal'noho khoziajstva y stroytel'stva, Tsentral'nyj nauchno-yssledovatel'skiy ynstytut ekonomyky y upravleniya v stroytel'stve*, Moscow, Russia, pp. 236—245.

5. Andreev, A. and Smyrnov, S. (2010), "Development of recipes for bread with increased nutritional value", *Nauchnyj zhurnal NYU YTMO. Seryia: Protsessy y apparaty pyschevykh proyzvodstv*, vol. 1, pp. 105—110.

6. SMIDA (2020), available at: <http://smida.gov.ua> (Accessed 05 Sept 2020).

7. Mitchell, S.A. and Roy, J.S. (2020), "PuLP", available at: <http://www.coin-or.org/PuLP/> (Accessed 05 Sept 2020).

8. Prohramna bibiloteka PULP (2020), "Repository of technical documentation of libraries for the Python programming language", available at: <https://pypi.org/project/PuLP/> (Accessed 05 Sept 2020).

9. Lischenko, A.V. (2019), "Research methods of information support of economic security of dairy enterprises", available at: <http://lischenko.pythonanywhere.com/> (Accessed 05 Sept 2020).

*Стаття надійшла до редакції 07.09.2020 р.*