

## МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ПІДПРИЄМСТВА

Мальцев Д.В., [danilmaltcew@gmail.com](mailto:danilmaltcew@gmail.com), Ребрик Д.І., [rebrikdima2@gmail.com](mailto:rebrikdima2@gmail.com)  
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Математичне моделювання – потужний інструмент розв'язання технічних, інженерних і наукових проблем, що ґрунтуються на використанні математичних моделей. Сучасні досягнення науки та техніки були б неможливі без розроблення та застосування ефективних засобів математичного моделювання. Розумно керувати складними процесами сучасності, що теж неможливо без використання адекватних математичних моделей. Рішення переважної більшості наукових та інженерно-технічних завдань (проектування і оптимізація систем, оптимальне управління об'єктом, вивчення механізму явищ, прогнозування розвитку процесів в часі та ін.) базується на математичному моделюванні. Володіння його теоретичною базою і інструментами має бути невід'ємним атрибутом сучасного фахівця у сфері агропромислового комплексу та машинобудуванні. «Підготовка освітньо-професійних кадрів, які застосовують і використовують основні принципи розробки, проектування та функціонування підприємств агропромислового комплексу, методіку розробки технологічних процесів аграрного виробництва та переробки продукції рослинництва, тваринництва та технічного сервісу в агропромисловому виробництві, мають розуміння значення агропромислового виробництва для розвитку суспільства, використання сучасних інформаційних технологій, систему економічного аналізу із застосуванням логістики та маркетингу у виробничих умовах» [5] є основною задачею ЗВО агротехнологічного профілю

Першим етапом треба провести економіко-математичний аналіз. Розглянемо постановку задачі оптимізації виробничої програми підприємства та побудуємо її математичну модель.

Для організації виробництва  $m$  видів продукції підприємство має  $n$  видів виробничих ресурсів, стосовно яких задано обсяги запасів та норми їх використання на одиницю випуску продукції.

Відомий ринковий попит на окремі види продукції, а також ефективність їх виробництва (ціна, прибуток від одиниці продукції, собівартість одиниці продукції і т.д.). Необхідно побудувати модель оптимізації виробничої програми підприємства для випуску різних видів продукції на основі наявних ресурсів. У якості критерію ефективності прийнято або прибуток, або валову продукцію, або собівартість.

Для побудови математичної моделі задачі введемо позначення:  $i$  – індекс виду ресурсу,  $i=1, n$ ;  $j$  – індекс виду продукції,  $j=1, m$ ;  $k$  – індекс критерію оптимальності,  $k=1, k$ ;  $a_{ij}$  – норма використання  $i$ -го виду ресурсу на випуск одиниці продукції  $j$ -го виду;  $A_i$  – обсяг запасів  $i$ -го виду ресурсів;  $B_j$  – величина договірних поставок  $j$ -го виду продукції;  $C_{kj}$  – величина ефективності  $k$ -го критерію оптимальності при випуску одиниці продукції  $j$ -го виду;  $x_j$  – невідома величина, яка означає обсяг випуску продукції  $j$ -го виду;  $M_1$  – множина видів продукції, для яких встановлюється нижня та верхня межа ринкового попиту;  $M_2$  – множина видів продукції, для яких існують фіксовані договірні поставки;  $\alpha_j, \beta_j$  – відповідно, нижня та верхня межі ринкового попиту на продукцію  $j$ -го виду.

Знайти розв'язок  $x \geq 0, j=1, m$ , який забезпечить  $m$  при виконанні умов:

$$Z_k = \sum_{j=1}^m C_{jk} x_{kj} \rightarrow \max(\min)$$

1) з використання обсягів наявних ресурсів  $m$

$$\sum_{j=1}^m \alpha_{ij} x_{ij} \leq A_i, i = 1, n;$$

з випуску продукції, враховуючи ринковий попит  $\alpha_j \leq x_j \leq \beta_j, j \in M_1$

2) з виконання фіксованих умов відносно поставки продукції:

$$x_j = \beta_j, j \in M_2$$

Розглянемо підприємство, яке для виготовлення п'яти видів продукції ( $B_1, B_2, \dots, B_5$ ) використовує токарне, фрезерне, свердлильне устаткування №1, розточувальне та свердлильне устаткування №2, а також комплектуючі деталі. [1] Треба розрахувати оптимальний випуск продукції з урахуванням величини прибутку.

Другим етапом є побудова математичної моделі за результатами проведеного аналізу. Математичне моделювання проходить наступні етапи: постановка задачі, тобто прийняття рішення про необхідність моделювання і його мету. На цьому етапі визначається і формулюється мета досліджень. З мети досліджень випливатиме сукупність властивостей об'єкта моделювання, які підлягатимуть відбиттю у моделі; побудова математичної моделі; дослідження системи на моделі, прогнозування й управління оригіналом за результатами цих досліджень. Моделювання зводиться до дослідження властивостей певного об'єкта вивченням (дослідженням, аналізом) аналогічних властивостей іншого об'єкта, більш зручного для дослідження, який знаходиться з першим у певній відповідності. Перший об'єкт є *оригіналом*, а другий – *моделлю*. *Обчислювальна* модель може бути абстрактною чи конкретною задачею, яка відповідає проблемі чисельного розв'язання прикладних задач. Моделювання допомагає приймати обґрунтовані рішення та дає змогу передбачати наслідки своєї діяльності.

Метою даного дослідження є оптимізація випуску продукції, при якому підприємство отримає максимальний прибуток. Проведемо економіко-математичний аналіз.

Складання виробів вимагає виконання певного обсягу складально-налагоджувальних робіт. Норми затрат всіх видів ресурсів на виготовлення одиниці кожного виробу, запаси ресурсів, прибуток від реалізації одного виробу та ціна одиниці продукції наведені в таблиці 1. Договірними умовами передбачено мінімальний випуск продукції четвертого виду в кількості 200 одиниць. Після аналізу ринкового попиту встановлено обмеження з максимального випуску другого та п'ятого видів продукції, відповідно в кількості 3400 і 2800 одиниць.

Таблиця 1- Обсяг складально-налагоджувальних робіт

Ресурси		Норми затрат ресурсів на виготовлення одного виробу					Обсяг ресурсу
		$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	
Устаткування, люд. д. год.	Свердлильне №1	2,1		2,5		4,3	25000
	Фрезерне		6,2	4,1	5,0		30000
	Токарне	0,6		0,7		0,9	5000
	Розточне	0,8	0,9	1,1	1,3	0,4	10000
	Свердлильне №2	2,1	1,8	2,3	1,5	1,2	16000
Комплектуючі деталі, шт.		4	3	4	6	4	40000
Складально-налагоджувальні роботи, люд.-год.		4,5	2,2	2,6	5,3	4,6	45000
Прибуток від реалізації одного виробу, грн.		1200	2300	3000	1600	1900	
Ціна одного виробу, грн.		9000	6400	6000	4200	7200	
Мінімальний випуск, шт.					200		
Максимальний випуск, шт.			3400			2800	

**Числові моделі** дозволяють отримувати розв'язок аналітичних моделей. Для побудови

числової моделі даної задачі введено невідомі величини  $x_1, x_2, \dots, x_5$ , які відповідно означають розміри випуску підприємством продукції першого, другого і т.д. п'ятого видів. Згідно з позначенням необхідно знайти такий розв'язок ( $x_j \geq 0, j = 1, 5$ ), який би забезпечив підприємству максимальний прибуток ( $Z_1$ ):

$$Z_1 = 1200x_1 + 2300x_2 + 3000x_3 + 1600x_4 + 1900x_5 \rightarrow \max$$

При виконанні умов:

наявного фонду робочого часу устаткувань

1) свердлильного №1

$2,1x_1 + 3,5x_3 + 4,3x_5 \leq 25000$ ; 2) фрезерного  $6,2x_2 + 4,1x_3 + 5,0x_4 \leq 30000$ ;

3) токарного

$0,6x_1 + 0,7x_3 + 0,9x_5 \leq 5000$ ;

4) розточного

$0,8x_1 + 0,9x_2 + 1,1x_3 + 1,3x_4 + 0,4x_5 \leq 10000$ ;

5) свердлильного №2

$2,1x_1 + 1,8x_2 + 2,3x_3 + 1,5x_4 + 1,2x_5 \leq 16000$ ;

6) використання комплектуючих деталей

$4x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 6x_4 + 4x_5 \leq 40000$ ;

7) можливого виконання складально-налагоджувальних робіт

$4,5x_1 + 3,2x_2 + 2,6x_3 + 5,3x_4 + 4,6x_5 \leq 45000$ ;

8) з виконання договірних умов відносно випуску продукції четвертого виду  $x_4 \geq 200$ ;

9) з максимального випуску продукції другого виду  $x_2 \leq 3400$ ;

10) п'ятого виду  $x_5 \leq 2800$ .

#### Список використаних джерел:

1. Базь О.С., Захаренко Г.С. Токарна справа: навчал. посіб., ч. 1. Київ: Букрек, 2020. 318 с.

2. Григорків В.С., Григорків М.В. Оптимізаційні методи та моделі: підруч. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2016. 400 с.

3. Іщенко О.А., Чорна Т.С. Особливості навчання майбутніх агроінженерів нового рівня з використанням сучасних технологій. Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: *матер. Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф.* (Мелітополь, 27-29 трав. 2020 р.) Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С.128-133. URL:

[https://scholar.google.com.ua/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA AJ&sortby=pubdate&citation\\_for\\_view=NicNC9gAAAAJ:2osOgNQ5qMEC](https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA AJ&sortby=pubdate&citation_for_view=NicNC9gAAAAJ:2osOgNQ5qMEC) (дата звернення 10.10.2021)

4. Іщенко О. А. Кінцево-елементне моделювання складних механічних систем. Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: *матер. Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф.* (27-29 трав. 2020 р.) Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С.62-65. URL:

[https://scholar.google.com.ua/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA AJ&sortby=pubdate&citation\\_for\\_view=NicNC9gAAAAJ:ULOm3\\_A8WrAC/](https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA AJ&sortby=pubdate&citation_for_view=NicNC9gAAAAJ:ULOm3_A8WrAC/) ( дата звернення 9.10.21)

5. Освітньо-професійна програма «Агроінженерія». URL: <http://www.tsatu.edu.ua/mtf/wp-content/uploads/sites/39/osvitno-profesijna-prohrama-ahroinzheneriya-pershoho-rivnja-vyshchovi-osvity.pdf> (дата звернення 25.10.2021)

**Науковий керівник:** Іщенко О.А., к.т.н., ст. викладач кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного