

## Оптимізація структури посівів фермерського господарства в умовах невизначеності погодних умов

Назар Гузенко,

здобувач вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв, Україна

**Анотація:** У роботі розглядається задача оптимального планування структури посівів фермерського господарства в умовах невизначеності погодних умов. Запропоновано модель прийняття рішень щодо засіву поля двома культурами — картоплею та томатами — з урахуванням обмеження на обсяг реалізації томатів. Для аналізу використано підхід теорії ігор з нульовою сумою, де гравцями виступають фермерське господарство та погодні умови. Отримані результати дозволяють визначити оптимальну стратегію засіву поля залежно від площі та забезпечити максимальний гарантований дохід підприємства.

**Ключові слова:** теорія ігор, оптимізація, нульова сума, гарантований дохід.

Планування засіву поля кількома різними культурами є важливим інструментом управління ризиками в умовах нестабільних погодних умов. Різні культури по-різному реагують на посуху, надлишок опадів чи коливання температури, тому їх поєднання зменшує ймовірність повної втрати врожаю. Такий підхід дозволяє фермеру збалансувати виробництво, підвищити стійкість господарства та забезпечити більш стабільний економічний результат навіть за непередбачуваної погоди. У зв'язку з цим актуальною стає розробка математичних моделей оптимізаційного планування урожайності, які дозволяють обґрунтовано визначати структуру посівів з урахуванням невизначеності погодних умов. В даній роботі розглядається найпростіша модельна задача про оптимальність засіву поля фермерського господарства двома культурами (картоплею і томатами) при умові обмеження на виробництво томатів.

Розглядається сільськогосподарське підприємство «АгроФірма», яке займається вирощуванням та реалізацією сільськогосподарської продукції в регіоні: переважно картоплі та помідорів. Відомо, що собівартість вироблення однієї тони картоплі складала  $z_1 = 5500$  грн., а однієї тони томатів –  $z_2 = 9000$  грн., ціна продажу однієї тони картоплі –  $c_1 = 28000$  грн., однієї тони томатів –  $c_2 = 50000$  грн. [1]. В залежності від погодних умов урожайність картоплі може складати від  $y_{12} = 20$  тон/га при несприятливих до  $y_{11} = 35$  тон/га при сприятливих погодних умовах, а урожайність томатів від  $y_{22} = 20$  тон/га до  $y_{21} = 40$  тон/га. Через наявність конкуренції і обмежений термін зберігання

підприємство не зможе реалізувати більше ніж  $Y = 300$  тон томатів у сезон. Необхідно знайти оптимальний план засіву поля підприємства «АгроФірма» площею  $s$  (до 30 га), який принесе фірмі максимальний гарантований дохід в умовах невизначеності з погодою.

Для розв'язання цієї задачі пропонується використовувати теорію ігор з нульовою сумою [2]. Перший гравець - «АгроФірма». Вона має дві стратегії:  $A_1$  – засівати все поле картоплею;  $A_2$  – засівати все поле томатами. Другий гравець, «Погода», теж має дві стратегії:  $B_1$  – сприятлива для доброї урожайності картоплі і томатів погода ;  $B_2$  – несприятлива. Тоді платіжна матриця має вигляд:  $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$ , де  $a_{11} = (c_1 - z_1) \cdot y_{11} \cdot s$ ;  $a_{12} = (c_1 - z_1) \cdot y_{12} \cdot s$ ;

$$a_{21} = \begin{cases} \text{якщо } y_{21} \cdot s \geq Y, & \text{то } (c_2 - z_2) \cdot Y - (y_{21} \cdot s - Y) \cdot z_2, \\ \text{якщо } y_{21} \cdot s < Y, & \text{то } (c_2 - z_2) \cdot y_{21} \cdot s, \end{cases}$$

$$a_{22} = \begin{cases} \text{якщо } y_{22} \cdot s \geq Y, & \text{то } (c_2 - z_2) \cdot Y - (y_{22} \cdot s - Y) \cdot z_2, \\ \text{якщо } y_{22} \cdot s < Y, & \text{то } (c_2 - z_2) \cdot y_{22} \cdot s. \end{cases}$$

Задача розв'язувалась в Excel. Було виявлено, що характер розв'язку залежить від значення параметру  $s$ - площі засіяного поля. Якщо  $s < 14$  га, то оптимальний урожай досягається при засіванні всього поля томатами. Якщо  $14 \leq s < 24$  га, то оптимальний урожай досягається при засіванні частини поля картоплею, а іншої частини томатами. При  $24 \leq s \leq 30$  засівання всього поля картоплею призводить до гарантованого оптимального урожаю.

### Список використаних джерел

1. Головне управління статистики у Миколаївській області. Офіційний сайт. URL: <https://mk.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 05.03.2026).
2. Хемди А. Таха Введение в исследование операций. Operations Research: An Introduction. М.: Вильямс, 2016, 912 с.

**Abstract:** *The paper considers the problem of optimal planning of the crop structure of a farm under conditions of uncertainty of weather conditions. A decision-making model is proposed for sowing a field with two crops — potatoes and tomatoes — taking into account the restriction on the volume of sales of tomatoes. The analysis uses the zero-sum game theory approach, where the players are the farm and weather conditions. The results obtained allow us to determine the optimal strategy for sowing a field depending on the area and ensure the maximum guaranteed income of the enterprise.*

**Key words:** *game theory, optimization, zero sum, guaranteed income*

**Науковий керівник:**

**Борчик Є.Ю.,**

*к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри вищої та прикладної математики,  
Миколаївський національний аграрний університет*