

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного



**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Науковий вісник

Таврійського державного агротехнологічного університету



Випуск 13, том 1

Електронне наукове фахове видання

Запоріжжя – 2023 р.

УДК 60/68(08)

T 13

Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету:
електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М.
Кюрчев. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. – Вип. 13, том 1. – 516 с.

ISSN 2220-8674

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,
Протокол № 10 від 21 квітня 2023 р.

Представлені результати наукових досліджень вчених у галузях галузевого машинобудування, енергетики, електротехніки, електромеханіки, харчових технологій, комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Видання призначене для наукових працівників, викладачів, інженерно-технічного персоналу і здобувачів вищої освіти, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

Реферативні бази: Crossref, Google Scholar, AGRIS, НБУ ім. В. І. Вернадського.

Редакційна колегія:

Головний редактор

Кюрчев В. М. чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Заступник головного редактора

Надикто В. Т. – чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Панченко А. І. – д.т.н., проф. (Україна)

Відповідальний секретар

Волошина А. А. – д.т.н., проф. (Україна)

Технічний секретар

Погорельцева Д. О. (Україна)

Євлаш В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Журавель Д. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Квітка С. О. – к.т.н., доц. (Україна)

Кувачов В. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Кузнецов М. П. – д.т.н., с.н.с. (Україна)

Кюрчев С. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Лисенко В. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Лисенко О. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Лисиченко М. Л. – д.т.н., проф. (Україна)

Ломейко О. П. – к.т.н., доц. (Україна)

Лубко Д. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Малкіна В. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Мацулевич О. Є. – к.т.н., доц. (Україна)

Мірошник О. О. – д.т.н., професор (Україна)

Паламарчук І. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Пилипенко Л. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Пріс О. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Самойчук К. О. – д.т.н., проф. (Україна)

Сердюк М. Є. – д.т.н., проф. (Україна)

Сидоренко О. С. – к.т.н., доц. (Україна)

Скляр О. Г. – к.т.н., проф. (Україна)

Скляр Р. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Тітова О. А. – д.пед.н., проф. (Україна)

Холодник Ю. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Шоман О. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Ялпачик В. Ф. – д.т.н., проф. (Україна)

Beloev Hristo – Dr., professor (Bulgaria)

Ivanovs Semjons – PhD (Latvia)

Olt Jüri – PhD, professor (Eesti)

Pascuzzi Simone – Associate Professor (Italia)

Pavol Findura – PhD, professor (Slovakia)

Szafraniec Andrzej – Dr., professor (Poland)

Qawaqzeh Mohamed – PhD (Jordan)

Вершков О. О. – к.т.н., доц. (Україна)

Гавриленко Є. А. – д.т.н., проф. (Україна)

Галько С. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Гнатушенко В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Гумен О. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Дейниченко Г. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Дідур В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Відповідальний за випуск - к.т.н., професор Скляр О. Г.

Адреса редакції ТДАТУ:

Юридична:

пр. Б. Хмельницького 18,
м. Мелітополь, Запорізька обл.
72312 Україна

Фактична:

вул. Жуковського, 66,
м. Запоріжжя, Запорізька обл.
69600, Україна

**ЗМІСТ****ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ**

- Кюрчев С. В., Самойчук К. О., Ломейко О. П.* 1
Методика розрахунку експериментального зразка струминного гомогенізатора молока
- Волик Б. А., Теслюк Г. В., Коновий А. В., Лепеть Є. І.* 2
Аналітичний огляд методів моделювання засобів механізації обробітку ґрунту
- Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А., Волошин А. А.* 3
Вплив величини діаметрального зазору на кінематику руху внутрішнього ротора орбітального гідромотора
- Журавель Д. П., Бондар А. М.* 4
Обґрунтування впливу системи очищення відпрацьованих робочих рідин на надійність гідравлічних систем
- Попов С. В., Семенов А. О., Євменов Р. Ю.* 5
Експериментальне дослідження удосконаленої конструкції електропневмоклапану пневматичної системи автопоїзду-зерновозу
- Козаченко О. В., Сєдих К. В., Волковський О. М.* 6
Теоретичний аналіз силової взаємодії дискового робочого органу з ґрунтовим середовищем
- Скляр О. Г., Скляр Р. В., Григоренко С. М.* 7
Методика моделювання та оптимізації структури посівних площ
- Захаров А. В., Рибалко І. М., Тіхонов О. В., Сайчук О. В.* 8
Дослідження зношуючої здатності ґрунтів та її вплив на довговічність робочих органів ґрунтообробних машин
- Дідур В. В., Петриченко Є. А., Новик О. Ю.* 9
Ультразвук та його застосування в промисловості
- Кюрчев С. В., Верхоланцева В. О., Паляничка Н. О.* 10
Ефект зберігання ягід після застосування холоду
- Комар А. С., Болтянський Б. В.* 11
Конструктивно-технологічне вдосконалення вальцевих грануляторів з плоскою матрицею



- Пилипака С. Ф., Клендій М. Б., Драган А. П.* 12
Моделювання та дослідження процесу транспортування сипучого матеріалу перевантажувальним патрубком гвинтового конвеєра
- Дідур В. В., В'юник О. В., Дашивець Г. І.* 13
Аналіз методів очищення олії, віджатої з рослинної сировини
- Паляничка Н. О., Верхованцева В. О., Червоткіна О. О., Ковальов О. О.* 14
Обґрунтування розробки лабораторної установки імпульсного гомогенізатора
- Ковальов О. О., Самойчук К. О., Фучаджи Н. О.* 15
Методологія дослідження параметрів струминних гомогенізаторів молока
- Самохвал В. А., Самойчук К. О.* 16
Дослідження ефективності роботи обладнання для інтенсифікації відтискання технічних олій в гвинтових прес-екструдерах для виготовлення паливних брикетів

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

- Сукманов В. О., Мулько І. С.* 17
Дослідження реологічних та органолептичних властивостей курячих нагетсів з низьким вмістом хлориду натрію та додаванням яблука
- Кузьміна Т. О., Зубкова К. В., Стоянова О. В., Мамай О. І., Яковенко Т. О.* 18
Розробка рецептури фруктових джемів для профілактичного харчування відповідно до вимог міжнародних стандартів
- Крижак Л. М., Семко Т. В., Іваніщева О. А.* 19
Дослідження особливостей використання штамів пробіотиків у технології виробництва ферментованих м'ясних продуктів
- Болгова Н. В., Ільченко Н. О., Губа С. О., Соколенко В. В.* 20
Аналіз технології виробництва твердого сиру з рослинними добавками



- Горач О. О.* 21
Технологічне обладнання для заморожування плодово-ягідної продукції
- Дзюндзя О. В., Горач О. В., Резвих Н. І.* 22
Технологічні процеси та обладнання для гомогенізації майонезу
- Мельник О. Ю., Мазуренко І. К., Степанова Т. М., Кошель О. Ю., Сабадаш С. М.* 23
Особливості технології нового батончика желейного
- Priss O. P., Sukhenko V. Yu., Bulhakov P. O.* 24
Asparagus dry soluble and insoluble matter during storage
- Ярмош Т. А., Перцевой Ф. В.* 25
Аналіз використання волоського горіха у харчовій промисловості
- Губа С. О., Бабенко Б. В., Болгова Н. В., Соколенко В. В.* 26
Дослідження рівня обізнаності молоді в питаннях впливу екологічної складової на безпеку харчової продукції
- Вареник А. С., Перцевой Ф. В.* 27
Використання продуктів переробки конопель у виробництві кондитерських борошняних виробів
- Дзюндзя О. В., Погрібняк О. А.* 28
Перспективи використання гарбуза у стравах для закладів ресторанного господарства
- Д. О. Майборода, О. О. Данченко, Л. М. Здоровцева, М. М. Данченко, Ю. В. Ніколаєва* 29
Регулювання якості м'яса гусей біологічно активними сполуками вівса посівного
- Ф. В. Перцевой, Т. І. Фотіна, О. Ю. Кошель, Т. І. Маренкова* 30
Розширення асортименту паштетів збагачених на культивовану грибну сировину при кейтеринговому обслуговуванні
- І. Л. Заморська* 31
Вміст та форми вологи у заморожених ягодах суниці садової функціонального призначення



- Igor Mazurenko, Yunbo Li, Shao Zhengzheng, Yangui Xie* 32
Flour and confectionery products for children. Requirements for quality and safety indicators

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

- Попова І. О., Чаусов С. В.* 33
Підвищення точності роботи мікропроцесорного пристрою захисту асинхронного двигуна

- Юрченко О. Ю., Барсукова Г. В.* 34
Процес відновлення акумуляторної батареї комплексним підходом

- Волошин В. С., Азархов О. Ю.* 35
Роль екосистеми «людина» в енергообміні на планеті

- Гулевський В. Б., Постол Ю. О., Мигуля В. В.* 36
Перспективи застосування автоматизованого проектування систем очищення змащувально-охолоджувальних рідин

- Бабич М. І., Коробка С. В.* 37
Методика обґрунтування параметрів турбіни та дериваційного каналу мікрогідроелектростанції для умов гірської річки

- Радько І. П., Наливайко В. А., Окушко О. В.* 38
Застосування методів енергозбереження у виробничій діяльності як інструмент підвищення енергоефективності

- Боярчук В. М., Коробка С. В., Стукалець І. Г., Бабич М. І., Сиротюк С. В.* 39
Методика дослідження ефективності електрохімічного акумулювання електроенергії

- Юрченко О. Ю., Барсукова Г. В.* 40
Використання імпульсного електричного поля як спосіб покращення показників якості насіння

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

- Холодняк Ю. В., Гавриленко Є. А., Зінов'єва О. Г.* 41
Розробка алгоритму моделювання кривих з заданими властивостями



- Лубко Д. В., Зінов'єва О. Г.* 42
Проектування імітаційної моделі роботи зернового збирально-транспортного комплексу
- Сіциліцин Ю. О.* 43
Використання AWS і Heroku для розробки паралельних і розподілених додатків в університетських лабораторіях



УДК 338.2:332.334

О. Г. Скляр, к.т.н..

ORCID: 0000-0002-0456-2479

Р. В. Скляр, к.т.н.

ORCID: 0000-0002-1547-5100

С. М. Григоренко, асист.

ORCID: 0000-0003-3818-2404

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного*

e-mail: radmila.skliar@tsatu.edu.ua, тел.: 067-916-85-80

МЕТОДИКА МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ПОСІВНИХ ПЛОЩ

Анотація. В статті запропоновано методику моделювання та оптимізації структури посівних площ. Доведено, що для цього доцільно використовувати оптимізаційну економіко-математичну модель структури посівних площ. При цьому використано цільову функцію – максимум чистого доходу. Розв'язок задачі згідно запропонованої моделі передбачає розрахунок структури посівних площ продовольчих та кормових культур з обов'язковим урахуванням вимог сівозмін, які забезпечать тваринництво кормами належної якості та забезпечить прибуток від продажу товарної продукції, а також збереже природну якість ґрунтів та не порушить екосистему в цілому. В результаті рішення задачі лінійного програмування симплекс-методом MS Excel отримано оптимальну структуру посівних площ з визначеним максимальним чистим доходом.

Ключові слова: моделювання, оптимізація, посівна площа, дохід, корма, скотарство, цільова функція, система змінних.

Постановка проблеми. Стратегічним резервом нарощування та раціонального використання товарного потенціалу землеробства, зростання обсягів товарної продукції землеробства і тваринництва [1-3] в Україні є удосконалення структур посівних площ сільськогосподарських культур. Структурна перебудова землеробства має вирішити питання приведення у відповідність фактичного біокліматичного потенціалу природних зон України з генетичним потенціалом сільськогосподарських культур.

Практичне значення для подальшого ефективного розвитку агропромислового виробництва і нарощування обсягів виробництва продукції сільського господарства має раціональне розміщення його галузей [4-6]. Територіальна обмеженість сільськогосподарських



земель вимагає, щоб кожний гектар угідь при відповідній технології давав максимальну кількість продукції для внутрішнього споживання та експорту за межі регіону [7].

Аналіз останніх досліджень. Питанням економіко-математичного моделювання в управлінні виробничо-економічною діяльністю присвячені роботи С. М. Волкова, В. Д. Кірюхіна, О. О. Варламова, О. В. Купчиненко, Л. С. Твердовської, Р. О. Трибрата [8-10], які описували системи макроекономічних моделей планування та аналізу розвитку агропромислового комплексу. Автори намагалися моделювати окремі елементи виробничо-економічної діяльності, нехтуючи принципом комплексності. Але, сучасні підходи до моделювання у сільському господарстві мають бути спрямовані на розвиток таких принципів управління, як системність та комплексність, багатоваріативність розрахунків за допомогою запровадження системи економіко-математичних моделей.

Також, важливу роль відіграють завдання оптимізації: повновікової структури стада [11]; раціонів годування худоби [12]; структури кормовиробництва, забезпечення худоби кормами власного виробництва в умовах обмежених земельних ресурсів [13]. Вирішення цих завдань допоможе уникнути погіршення показників відтворення стада, продуктивності тварин і досягти максимум економічного ефекту.

Формулювання мети статті. Розробка економіко-математичної моделі та розрахунок оптимального раціону годування дійних корів з урахуванням відповідних зоотехнічних та економічних вимог.

Основна частина. Для кожного сільськогосподарського підприємства не залежного від типу і форми власності та спеціалізації головною задачею є покращення продуктивності сільськогосподарських угідь, збільшення обсягів виробництва продукції галузі рослинництва та тваринництва [10,14]. Зрозуміло, що це залежить від багатьох чинників. Проте, раціональне використання землі – було і залишається одним з ключових питань як в розрізі національної економіки, так і конкретного підприємства.

Необхідно зауважити, що галузі рослинництва та тваринництва тісно пов'язані між собою. Посівні площі кормових культур залежать від особливостей сівозмін, типу ґрунтів, їх фактичного стану та виду і обсягу продукції тваринництва [14,15]. Головною задачею розрахунку структури посівних площ кормових культур є створення надійної кормової бази для тваринництва.

Можливими критеріями оптимальності можуть бути такі [10,16]: мінімум матеріально-грошових витрат на виробництво кормів, мінімум відведеної ріллі під кормові культури, максимум валової (товарної) продукції галузі тваринництва, максимум чистого доходу підприємства тощо. Для відображення конкретних умов функціонування кожного



зокрема реально існуючого підприємства, відповідно, вводять у модель додаткові умови-обмеження.

Вихідна інформація і етапи її підготовки. Для побудови числової економіко-математичної моделі до задачі необхідна загальна характеристика галузі, тобто стан галузі, існуючі системи сівозмін, можливість ротації сівозмін, технологія і ефективність вирощування сільськогосподарських культур, відгодівля тварин, види і групи тварин, спосіб утримання тощо. Проте, необхідна і така інформація [9,10,16]:

- площі сільськогосподарських угідь: ріллі, природних чи окультурених сінокосів, пасовищ, багаторічних пасовищ;
- перелік сільськогосподарських культур, які можуть вирощуватися в господарстві, їх врожайність, вихід поживних речовин з 1 га;
- наявні виробничі фонди в господарстві, норми затрат ресурсів на 1 га сільськогосподарських культур, на 1 ц продукції чи голову тварини;
- обсяг виробництва продукції тваринництва з урахуванням власних потреб та на реалізацію (товарна продукція);
- можливі агротехнічні границі насичення сівозмін окремими групами сільськогосподарськими культурами;
- допустимі річні границі годівлі окремих видів кормів у раціоні тварин. Допустимі границі вмісту окремих груп кормів у раціоні. Норми годівлі зеленими кормами у пасовищний період (розробка зеленого конвеєра);
- норми витрат поживних речовин у розрахунку на 1 ц продукції тваринництва чи на голову тварин, птиці, що необхідна для забезпечення заданого рівня продуктивності;
- вартість 1 ц продукції тваринництва чи виходу валової (товарної) продукції в розрахунку на 1 структурну голову тварин. Затрати ріллі, матеріально-грошових засобів у розрахунку на 1 га кормових культур.

Для запису числової економіко-математичної моделі наведемо такий *ПРИКЛАД*.

Етап 1. Постановка задачі. За господарством закріплено 8892 га землі, в тому числі 8412 га сільськогосподарських угідь, з них 7393 га ріллі, 1019 га природних пасовищ.

У таблиці 1 представлено передбачений у господарстві план продажу продукції рослинництва. Витрати праці на обробіток сільськогосподарських культур не повинні перевищувати 294 тис. люд.-год.

Тваринництво представлено молочно-м'ясним скотарством. Дані таблиці 2 відображають кількість кормів, необхідних для задоволення потреб тваринництва в кормах.



Етап 2. Збір вихідної інформації і порядок її підготування
Урожайність сільськогосподарських культур і матеріально-грошові витрати на їх вирощування представлено в таблиці 3.

Таблиця 1

Таблиця 2

Обсяг продажу продукції
рослинництва

Потреба у кормах

Продукція	Обсяг реалізації, ц	Корми	Необхідна кількість кормів, ц
Зерно, всього	65000	Концентровані корми	5500
в т.ч. яра пшениця	10000	в т.ч. ячмінь	1860
озима пшениця	20000	Грубі корми	35540
кукурудза на зерно	35000	в т.ч. сіно	28120
Картопля	2800	Зелений корм	137460
Овочі	2400	Силос	75900
Баштанні	3100		

Таблиця 3

Урожайність сільськогосподарських культур і виробничі витрати на 1 га

Культури	Урожайність, ц/га	Витрати праці, люд.-год.	Витратина виробництва, гр.од.
Озима пшениця	19,0	19,0	613
Яра пшениця	10,2	23,3	1308
Ярий ячмінь	11,9	22,0	1055
Кукурудза на зерно	26,7	75,0	2273
Кукурудза на силос	182,3	35,0	1380
Картопля	25,2	250,0	8111
продовольча			
Овочі продовольчі	74,6	1500,0	9682
Баштанні	56,3	25,0	600
продовольчі			
Однорічні трави:			
- на сіно	39,3	23,9	304
- на зелений корм	82,4	6,6	619
Багаторічні трави:			
- на сіно	31,7	7,0	281
- на зелений корм	89,4	15,6	666
Пари	-	7,0	106
Природні пасовища	80,3	4,2	320

* гр.од. – умовна грошова одиниця



Розподіл основної та побічної продукції, одержуваної з 1 га посіву сільськогосподарських культур на різні цілі: насіння, корм худобі і надано в таблиці 4.

Таблиця 4

Розподіл продукції сільськогосподарських культур, отриманої з 1 га

Культури	Виробництво продукції, ц		Відходи, ц	Насіння, ц	На корм, ц		Товарна продукція	
	Основна	Побічна			Основна	Побічна	в натур. виразі, ц	в грошовому виразі, гр.од.
Озима пшениця на продаж	19,0	19,0	0,4	1,4	0,4	19	17,2	2105
на фураж	19,0	19,0	-	1,4	17,6	19	-	-
Яра пшениця на продаж	10,2	9,0	0,4	1,4	0,4	9	8,4	3108
на фураж	10,2	9,0	-	1,4	8,8	9	-	-
Ярий ячмінь на фураж	11,9	5,0	-	1	10,9	5	-	-
Кукурудза на зерно	26,7	-	0,7	0,3	0,7	-	25,7	4815
Картопля на продаж	25,2	-	2	5	-	-	18,2	6041
Овочі на продаж	74,6	-	1,3	-	-	-	73,3	7090
Баштанні на продаж	56,3	-	0,2	-	0,2	-	56,1	600
Кукурудза на силос	182,3	-	-	-	182,3	-	-	-
Однорічні трави:								
- на сіно	39,3	-	-	-	39,3	-	-	-
- на зел.корм	82,4	-	-	-	82,4	-	-	-
Багаторічні трави:								
- на сіно	31,7	-	-	-	31,7	-	-	-
- на зел.корм	89,4	-	-	-	89,4	-	-	-
Природні пасовища	80,3	-	-	-	80,3	-	-	-

Виходячи із завдань по збільшенню виробництва зерна,



конкретних природних та економічних умов і раціональної системи землеробства, питома вага зернових у структурі ріллі коливається від 50 до 60%. Питома вага озимих в структурі посівних площ у господарстві має бути трохи більше, ніж ярих, і коливатися від 18 до 23% - озимих, від 14 до 19% - ярих. Під кукурудзою має бути зайнято не менше 18% площі ріллі, під пари - не менше 10%, під картоплю і овочево-баштанні - не більше 5%.

За критерій оптимальності прийнята максимізація суми чистого доходу від вирощування сільськогосподарських культур.

Етап 3. Розробка числової моделі.

Для розробки розгорнутої економіко-математичної моделі необхідно визначитися з системою змінних [16].

Система змінних: у даній задачі за основні змінні прийняті площі посіву сільськогосподарських культур за їх цільовим призначенням. Наприклад, зернові - на виробничі та фуражні цілі, трави - на сіно і зелений корм, кукурудза - на силос і зерно.

Основні змінні. Площа, га: x_1 – озима пшениця продовольча; x_2 – озима пшениця фуражна; x_3 - яра пшениця продовольча; x_4 - яра пшениця фуражна; x_5 – ярий ячмінь фуражний; x_6 – кукурудза на зерно; x_7 – кукурудза на силос; x_8 – картопля продовольча; x_9 – овочі продовольчі; x_{10} – баштанні продовольчі; x_{11} – однорічні трави на сіно; x_{12} – однорічні трави на зелений корм; x_{13} – багаторічні трави на сіно; x_{14} – багаторічні трави на зелений корм; x_{15} – пари.

Додаткові змінні: y_1 – площа природних пасовищ, га; c_1 - виробничі витрати, гр. од.

Система обмежень:

I. Обмеження за наявністю земельних ресурсів, га:

1. За площею ріллі

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} \leq 7393$$

2. За площею пасовищ, га

$$y_1 = 1019$$

II. За агротехнічними умовами насичення сівозміни окремими с. г. культурами чи групами культур, га:

Згідно умов попередньо розраховуються мінімальні та максимальні межі посівів культур чи груп. Так, за умовами задачі, площа пару не менше 10% площі ріллі, а це після розрахунку 739 га)

3. Площа пару, не менше

$$x_{15} \geq 739$$



4. Площа зернових культур, не менше

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \geq 3697$$

5. Площа зернових культур, не більше

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 4436$$

6. Площа озимих культур, не менше

$$x_1 + x_2 \geq 1330$$

7. Площа озимих культур, не більше

$$x_1 + x_2 \leq 1700$$

8. Площа ярих культур, не менше

$$x_3 + x_4 + x_5 \geq 1035$$

9. Площа ярих культур, не більше

$$x_3 + x_4 + x_5 \leq 1405$$

10. Площа кукурудзи на зерно, не менше

$$x_6 \geq 1330$$

11. Площа овочево-баштанних культур та картоплі, не більше

$$x_8 + x_9 + x_{10} \leq 370$$

III. За виконанням плану реалізації продукції, ц:

12. Зерна

$$17,2x_1 + 8,4x_3 + 25,7x_6 \geq 65000$$

13. Ярої пшениці

$$8,4x_3 \geq 1000$$

14. Озимої пшениці



$$17,2x_1 \geq 20000$$

15. Кукурудзи на зерно

$$25,7x_6 \geq 35000$$

16. Овочів

$$73,3x_9 \geq 2400$$

17. Картоплі

$$18,2 x_8 \geq 2800$$

18. Баштанних

$$56,1x_{10} \geq 3100$$

IV. По забезпеченню тваринництва кормами власного виробництва, ц:

19. Концкорми

$$0,4x_1 + 17,6x_2 + 0,4x_3 + 8,8x_4 + 10,9x_5 + 0,7x_6 \geq 5500$$

20. Фуражний ячмінь

$$10,9x_5 \geq 1860$$

21. Грубі

$$19x_1 + 19x_2 + 9x_3 + 9x_4 + 5x_5 + 39,3 x_{11} + 31,7x_{13} \geq 35540$$

22. Сіно

$$39,3 x_{11} + 31,7x_{13} \geq 28120$$

23. Силос

$$182,3x_{13} \geq 75900$$

24. Зелений корм



$$82,4x_{12} + 89,4x_{14} + 80,3y_1 \geq 137460$$

V. За витратами на виробництво

25. Праця, люд.-год.

$$19x_1 + 19x_2 + 23,3x_3 + 23,3x_4 + 22x_5 + 75x_6 + 35x_7 + 250x_8 + 1500x_9 + 25x_{10} + 23,9x_{11} + 6,6x_{12} + 7x_{13} + 15,6x_{14} + 7x_{15} + 4,2y_1 \leq 294000$$

26. Виробничі	витрати,	гр.	од.
$613x_1 + 613x_2 + 1308x_3 + 1308x_4 + 1055x_5 + 2273x_6 + 1380x_7 + 8111x_8 + 9682x_9 + 600x_{10} + 304x_{11} + 619x_{12} + 281x_{13} + 666x_{14} + 106x_{15} + 320y_1$			$-c_1 = 0$

Критерій оптимальності – максимум чистого доходу – різниця між вартістю валової продукції та виробничими витратами [9].

Примітка. Для визначення чистого доходу у сільськогосподарському підприємстві вартість валової продукції обчислюють в цінах фактичної реалізації. При цьому нетоварна частина валової продукції оцінюється за собівартістю, а товарна — у фактичних цінах реалізації [9].

В нашому прикладі коефіцієнтами цільової функції при змінних, які виражають площі посіву культур на товарні цілі, є *вартість товарної продукції з 1 га за вирахуванням насіння*, а при змінних, які виражають площі посіву кормових культур – *виробничі витрати с 1 га*.

Цільова функція:

$$F = 2105x_1 + 613x_2 + 3108x_3 + 1308x_4 + 1055x_5 + 4815x_6 + 1380x_7 + 6041x_8 + 7090x_9 + 600x_{10} + 304x_{11} + 619x_{12} + 281x_{13} + 666x_{14} + 106x_{15} + 320y_1 - c_1 \rightarrow \max$$

На основі вищенаведених даних складається *матриця економіко-математичної моделі* (таблиця 5), яка є основою для складання електронної таблиці для розв'язання задачі за допомогою платформи MS Excel [16].

В результаті рішення задачі лінійного програмування симплекс-методом MS Excel отримані наступні дані в таблиці 6.

Етап 4. Аналіз результатів розв'язання задачі

Оптимальне рішення щодо структури посівних площ представлено в таблиці 6.

Виконання умов:

- I група обмежень – площа ріллі використовується повністю;
- II група – агротехнічні умови виконані, площі культур та груп знаходяться у вказаних межах;
- III група - план продажу по овочах, картоплі та баштанних



задоволено по мінімуму, по всіх видах зернових - перевищує мінімальну потребу;

- VI група – за виключенням грубих кормів, виробництво яких перевищує необхідне, по всіх видах кормів задоволена мінімальна потреба.

- V група – трудові ресурси використовуються повністю; по виробничих витратах математичне співвідношення виконано.

Таблиця 5

Матриця економіко-математичної моделі

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	Обмеження		
																				T	U	V
1	№ обмеження	Змінні	Озима пшениця		Яра пшениця		Кукурудза на зерно		Картопля	Овочі	Баштанні	Однорічні трави на сіно		Багаторічні трави на сіно		Пари	Площа природних пасовищ, га	Виробничі витрати, гр.од.				
2	Найменування обмежень	продовольчі	фуражна	продовольчі	фуражна	зерно	сіно	продовольчі	продовольчі	продовольчі	сіно	зел. корм	сіно	зел. корм	Пари	у1	с1	Ліва частина	Знак	Права частина		
3	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15							
4	Значення змінних																					
I. Земельні ресурси, га																						
6	1 Рілля	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			IV	7393	
7	2 Пасовища																	1		=	1019	
II. Агротехнічні умови, га																						
9	3 Пари																1			IV	739	
10	4 Зернові тіп	1	1	1	1	1	1													IV	3697	
11	5 Зернові мах	1	1	1	1	1	1													IV	4436	
12	6 Осимі тіп	1	1																	IV	1330	
13	7 Осимі мах	1	1																	IV	1700	
14	8 Ярі тіп			1	1	1														IV	1035	
15	9 Ярі мах			1	1	1														IV	1405	
16	10 Кукур. на зерно						1													IV	1330	
17	11 Овоче-баштанні і картопля								1	1	1									IV	370	
III. Реалізація продукції, ц																						
19	12 Зерно	17,2		8,4			25,7													IV	65000	
20	13 Яра пшениця			8,4																IV	10000	
21	14 Осима пшениця	17,2																		IV	20000	
22	15 Кукур. на зерно						25,7													IV	35000	
23	16 Овочі									73,3										IV	2400	
24	17 Картопля								18,2											IV	2800	
25	18 Баштанні										56,1									IV	3100	
IV. Корма власного виробництва, ц																						
27	19 Коншкорми	0,4	17,6	0,4	8,8	10,9	0,7													IV	5500	
28	20 Фураж. ячмінь					10,9														IV	1860	
29	21 Грубі	19	19	9	9	5							39,3		31,7					IV	35540	
30	22 Сіно												39,3		31,7					IV	28120	
31	23 Сіло							182												IV	75900	
32	24 Зел. корм													82,4	89,4	80,3				IV	137460	
V. За витратами на виробництво																						
34	25 Витрати праці, люд.-год.	19	19	23,3	23,3	22	75	35	250	1500	25	23,9	6,6	7	15,6	7	4,2			IV	294000	
35	26 Виробничі витрати, гр. од.	613	613	1308	1308	1055	2273	1380	8111	9682	600	304	619	281	666	106	320	-1		=	0	
36	Чистий дохід, гр. од.	2105	613	3108	1308	1055	4815	1380	6041	7090	600	304	619	281	666	106	320	-1		max		

Цільова функція: при такій структурі посівів максимальний чистий дохід становитиме 7715912 гр. од.

Висновки. Розв'язок задачі згідно запропонованої моделі передбачає розрахунок структури посівних площ продовольчих та кормових культур з обов'язковим урахуванням вимог сівозмін, які забезпечать тваринництво кормами належної якості та забезпечить прибуток від продажу товарної продукції, а також збереже природну якість ґрунтів та не порушить екосистему в цілому.



Таблиця 6

Оптимальна структура посівних площ

Культури	Площа	
	га	%
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Озима пшениця на продаж	1509	20,4
- на фураж	87	1,2
<i>Озимі - всього</i>	<i>1596</i>	<i>21,6</i>
Яра пшениця на продаж	1234	16,7
- на фураж	-	-
Ярий ячмінь на фураж	171	2,3
<i>Ярі - всього</i>	<i>1405</i>	<i>19,0</i>
Кукурудза на зерно	1434	19,4
<i>Зернові - всього</i>	<i>4436</i>	<i>60,0</i>
Картопля на продаж	154	2,1

Продовження таблиці 6

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Овочі на продаж	33	0,5
Баштанні на продаж	55	0,7
<i>Овочево-баштанні і картопля</i>	<i>242</i>	<i>3,3</i>
Кукурудза на силос	414	5,6
Однорічні трави на сіно	-	-
- на зел.корм	675	9,1
Багаторічні трави на сіно	887	12,0
- на зел.корм	-	-
<i>Всього посівів</i>	<i>6654</i>	<i>90</i>
Пари	739	10,0
Всього ріллі	7393	100
Природні пасовища	1019	x
Загальна земельна площа	8412	x
Виробничі витрати, гр. од.	9274855	x
Чистий дохід, гр. од.	7715912	x

Список використаних джерел.

1. Komar A. Definition of priority tasks for agricultural development. *Multidisciplinary research: Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference*. Bilbao, Spain, 2020. P. 431–433.

2. Skliar R. Measures to ensure safety when using biogas and installation of biogas plant. *OSHAgro – 2021: Збірник тез I Міжн. наук.-практ. конф.* Київ: НУБіП, 2021. С. 24–26.

3. Болтянський Б. В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б. В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім



«Кондор», 2020. 410 с.

4. Болтянський Б. В. Модель функціонування бази технічного сервісу обладнання тваринницьких підприємств. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2022. Вип. 12, т. 3. 12 с. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2022-1-12>.

5. Jakubowski T. Analysis of waste processing technologies by composting method. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 118–122.

6. Болтянський Б. В., Болтянська Л. О. Тенденції та форми сучасного сервісу фермської техніки. *Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*. Харків: ДБТУ, 2022. С. 206–208.

7. Скляр Р. В. Доцільність використання економіко-математичних моделей в сільському господарстві. *Інноваційні технології в АПК: матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції*. Луцьк: Луцький НТУ, 2021. С. 122–124.

8. Shokarev O., Komar A. State and problems of implementation of innovations in the field of animal husbandry. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2022. Вип. 12, т. 2. 5 с. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2022-2-5>.

9. Кігель В. Р. Математичні методи ринкової економіки. Київ: Кондор, 2008. 212 с.

10. Трибрат Р. О. Моделювання технологічних процесів у тваринництві: метод. рекомендації до самостійного вивчення дисципліни. Миколаїв: МНАУ, 2016. 47 с.

11. Григоренко С. М. Моделювання та оптимізація річного обороту стада великої рогатої худоби. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2021. Вип. 11, т. 2. 13 с. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2021-2-13>.

12. Болтянський Б. В. Моделювання та оптимізація раціону годування дійних корів у зимовий період. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2022. Вип. 12, т. 1. 5 с. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2022-1-5>.

13. Boltianskyi B., Boltianska L., Dereza S., Grigorenko S., Syrotyuk S., Jakubowski T. The Process of operation of a mobile straw spreading unit with a rotating finger body-experimental research. *Processe*. 2021. Vol. 9(7). no 1144.

14. Комар А. С. Вплив внесення безпідстилкового гною на якість врожаю зернових. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції*. Київ, 2022. С. 41–43.

15. Skliar O. Directions of increasing the efficiency of energy use in



livestock. Current issues of science and education. *Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference*. 2021. P. 171–176.

16. Скляр Р. В. Основні принципи побудови та аналіз математичних моделей технологічних процесів. *Молодь і технічний прогрес в АПК: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*. Харків: ХНТУСГ, 2021. С. 263–266.

Стаття надійшла до редакції 06.04.2023 р.

O. Skliar, R. Skliar, S. Grigorenko
Dmytro Motorni Tavria State Agrotechnological University

METHODOLOGY FOR MODELING AND OPTIMIZING THE STRUCTURE OF SOWN AREAS

Summary

The article proposes a methodology for modeling and optimizing the structure of sown areas. It is proved that it is advisable to use an optimization economic and mathematical model of the structure of sown areas. The objective function used is the maximum net income. For each agricultural enterprise, regardless of the type and form of ownership and specialization, the main task is to improve the productivity of agricultural land, to increase the volume of crop and livestock production. It is clear that this depends on many factors. A strategic reserve for increasing and rationally utilizing the commodity potential of agriculture and increasing the volume of commodity agricultural and livestock products in Ukraine is to improve the structure of crop areas. However, rational land use has always been and remains one of the key issues for both the national economy and a particular enterprise. It should be noted that the crop and livestock industries are closely interconnected. The sown areas of fodder crops depend on the specifics of crop rotations, soil type, their actual condition, and the type and volume of livestock production. The main task of calculating the structure of fodder crops is to create a reliable feed base for livestock. The solution to the problem according to the proposed model involves calculating the structure of sown areas of food and fodder crops with due regard for crop rotation requirements that will provide livestock with feed of proper quality and ensure profit from the sale of commercial products, as well as preserve the natural quality of soils and not disturb the ecosystem as a whole. As a result of solving the linear programming problem using the MS Excel simplex method, the optimal structure of sown areas with a certain maximum net income was obtained.

Key words: modeling, optimization, sown area, income, feed, livestock, objective function, system of variables.

Електронне наукове фахове видання

Науковий вісник
Таврійського державного агротехнологічного університету

Випуск 13, том 1.

Відповідальний за випуск – к.т.н., професор Скляр О. Г.

Комп'ютерна верстка: Комар А. С.

Підписано до друку 22 квітня 2023 р.
Друкарня ТДАТУ
26,76 умов. друк. арк.