

УДК 519.863:005.21:631.11

О. Г. Мінькова,  
к. с.-г. н., доцент кафедри інформаційних систем та технологій,  
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава  
Є. А. Качаненко,  
студент, Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава  
Д. В. Берестнев,  
студент, Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава

## ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ПОЄДНАННЯ ГАЛУЗЕЙ У СТРАТЕГІЧНОМУ УПРАВЛІННІ ПІДПРИЄМСТВОМ

O. Minkova,  
PhD in Agricultural sciences, Department of Information Systems and Technologies,  
Poltava State Agrarian Academy, Poltava  
Ye. Kachanenko,  
student, Poltava State Agrarian Academy, Poltava  
D. Berestniev,  
student, Poltava State Agrarian Academy, Poltava

### APPLYING THE MODELS OF COMBINATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION SECTORS IN THE STRATEGIC MANAGEMENT OF ENTERPRISE

Стаття присвячена дослідженню існуючих методичних підходів щодо управління ефективністю виробничої діяльності, планування оптимальної виробничої програми на основі економіко-математичних методів. У статті побудовано модель поєднання галузей на рівні аграрного підприємства з метою досягнення стратегічних цілей — підвищення рентабельності виробництва та якості сільськогосподарської продукції. Модель враховує виробничі потужності підприємства, агротехнічні та зоотехнічні вимоги, науково-обґрунтовану структуру посівних площ та раціони годівлі сільськогосподарських тварин, організацію технологічних процесів та систему агроекологічних обмежень.

Визначено, що за оптимальним планом виробництва продукції для підвищення екологізації землеробства необхідно: збільшити у структурі посівів частку багаторічних трав; у структурі поголів'я тварин — частку поголів'я великої рогатої худоби; максимально використати рослинні рештки та побічну продукцію у якості органічних добрив; забезпечити оптимальне поєднання норм органічних та мінеральних добрив. Для підвищення прибутковості підприємства доцільно в галузі рослинництва збільшити реалізацію зернових культур за рахунок скорочення технічної продукції, а в галузі тваринництва — яловичини за рахунок зниження виробництва свинини у живій вазі.

Застосування моделей поєднання галузей в стратегічному управлінні підприємством дає змогу обирати різні стратегічні плани, приймати оптимальні управлінські рішення. Обґрунтовано, що при переході від традиційного до екологічного господарювання вирощування нової продукції чи впровадження нових технологій можливе за наявних ресурсів, тоді як модель переходу до органічного виробництва не враховує ресурсний потенціал підприємства. Залежно від прийнятого сценарію розробляється стратегія розвитку підприємства — розширення посівних площ, тваринницьких ферм, чисельності працівників, матеріально-технічної бази тощо.

Побудовану модель доцільно застосовувати для типових підприємств зерново-молочного напрямку спеціалізації Лісостепової зони нестійкого зволоження для ведення науково-обґрунтованої системи господарства.

The article is devoted to research of existing methodological approaches to the management of efficiency of production activities, planning the optimal production program on the basis of economic and mathematical methods. In the article is built the model of combination of agricultural production sectors at the level of agricultural enterprise for the purpose of achievement of strategic goals — to increase the profitability of production and quality of agricultural products. The model takes into account the production capacities of enterprise, agrotechnical and zootechnical requirements, scientifically based cropping plan and diets of farm animals, the organization of technological processes and the system of agroecological restrictions.

Applying the models of combination of agricultural production sectors in the strategic management of enterprise allows to choose various scenarios of development (strategic plans), to make optimum strategic decisions. The cultivation of new products or introduction of new technologies is possible with the available resources when passing from traditional to ecologically oriented production. The model of transition to organic production does not take into account the resource

potential of enterprise. Depending on the adopted scenario is evolved the strategy for development of enterprise — the expansion of crop acreage, livestock farms, the number of employees, material and technical base, etc.

The results of optimal production plan indicate that in order to improve the ecologization of agriculture it is necessary: to increase the share of perennial grasses in the structure of plantings; to increase the share of cattle in the structure of livestock; to maximize the use of plant residues and by-products as organic fertilizers; to provide the optimal combination of amounts of organic and mineral fertilizers. In order to increase the profitability of enterprise, it is reasonable to increase the sales of cereal crops in the crop production sector by reducing technical products, and in the livestock production sector — to increase the sales of beef by reducing the pork production in live weight.

It is reasonable to use the constructed model at the typical enterprises of grain-milk direction of specialization of the Forest-Steppe zone with unreliable moisture in order to maintain the scientifically-based system of economy.

*Ключові слова: виробнича програма, оптимальне поєднання галузей, економіко-математична модель, екологізація землеробства, стратегічне управління.*

*Key words: production program, the optimum combination of agricultural production sectors, economic and mathematical model, ecologization of agriculture, strategic management.*

### **ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ**

Оптимізація виробничої програми в ринкових умовах вимагає постійного удосконалення, адже має враховувати економічні, ґрунтово-кліматичні, соціальні та інші умови. З науково-технічним розвитком більш актуальним постає питання збереження ресурсів та підвищення екологізації виробництва, якості продукції. Врахування усіх умов робить проблему визначення оптимальної виробничої програми більш складною та вимагає використання багатокритеріального підходу.

Сьогодні отримання лише економічного ефекту є недостатньою умовою стратегії розвитку підприємства в конкурентному середовищі. З метою підтримки збалансованого розвитку аграрного виробництва актуальним є впровадження еколого-економічних моделей ведення господарської діяльності.

### **АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ**

Вивченню проблеми формування оптимального поєднання галузей та раціонального використання виробничих ресурсів аграрного підприємства присвячено значну кількість праць, адже використання математичних моделей у практичній діяльності підприємств дозволяє моделювати та будувати сценарії розвитку за мінімальних ризиків та витрат. Більшість досліджень проведено для чітко визначених правил ведення господарської діяльності — конвенційного [1—7] та органічного виробництва [8; 9]. При цьому недостатньо вивченим залишаються моделі екологоорієнтованих підприємств, які постійно є дискусійними навіть у термінологічному сенсі через відсутність законодавчої бази. Відповідні дослідження відображені в працях [10; 11] та потребують більш детального вивчення залежно від розмірів

підприємств, обсягів виробничих ресурсів, спеціалізації, матеріально-технічної бази, врахування зональних умов, впровадження науково-обґрунтованої системи господарства.

### **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ**

Метою проведених досліджень є підвищення ефективності виробничої діяльності підприємства шляхом оптимізації поєднання галузей. Основні задачі, що ставилися при написанні статті: дослідження існуючих методичних підходів до управління ефективністю виробничою діяльністю підприємства; планування оптимального поєднання галузей на основі економіко-математичних методів; реалізація моделі в електронному середовищі MS Excel; надання відповідних рекомендацій виробництву.

Об'єктом дослідження є виробнича діяльність ДП "ДГ "Степне" Полтавського району Полтавської області.

### **ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Визначення оптимальної спеціалізації і поєднання галузей у сільськогосподарських підприємствах є однією з найбільш складних проблем раціональної побудови й ефективного функціонування підприємств. Виробнича програма є базисом програми дій, необхідних для досягнення стратегічних цілей. Вона включає вартісну оцінку, а також розподіл матеріальних, трудових та фінансових ресурсів, і має забезпечувати максимальний дохід, фінансову стійкість та платоспроможність підприємства.

Класична задача оптимізації виробничої програми формулюється наступним чином: виходячи з планового рівня урожайності сільськогосподарських культур і продуктивності тварин, норм питомих витрат і обсягу ресурсів,

необхідно визначити оптимальну виробничу програму сільськогосподарського підприємства і відповідну їй галузеву структуру, при якій за раціонального використання виробничих ресурсів можна отримати максимум прибутку за умови обов'язкового виконання договорів по реалізації продукції [1, с. 365].

Побудову оптимізаційної моделі ми здійснили за допомогою авторської методики [12], яка включає обмеження, що дозволяють врахувати ресурсний потенціал підприємства, агротехнічні вимоги та раціони годівлі сільськогосподарських тварин відповідно до науково-обґрунтованих норм, матеріально-технічну базу, а також систему агроекологічних обмежень, тобто внесення мінеральних та органічних добрив для забезпечення позитивного балансу поживних речовин, профіцитного балансу гумусу, які дозволять ведення прибуткової сільськогосподарської діяльності з можливістю збереження навколишнього середовища та підвищення родючості ґрунтів [10, с. 9].

У розгорнутій економіко-математичній моделі поєднання галузей в обмеженні за ресурсами підприємства враховано обсяг ресурсів, які обмежують поєднання галузей, виходячи з їх наявності у 2017 р.: сільськогосподарські угіддя — 3291 га, рілля — 3287 га (за продуктивністю окремих земельних ділянок по кожному виду угідь значних відмінностей не має, тому вся земля в обробці задана однією площею), пасовища — 4 га, трудові ресурси — 367,6 тис. люд.-год. (загальний фонд робочого часу 230 осіб, зайнятих у сільському господарстві).

При розробці нормативів затрат праці використані технологічні карти та показники поточного року. При цьому враховано рівень механізації вирощування тієї чи іншої культури та її врожайність.

Вихід продукції (урожайність культур та продуктивність тварин) спрогнозовано на основі вивчення фактичних даних за десять років із використанням методу екстраполяції динамічного ряду (табл. 1), рівень якої забезпечується додатковими заходами (внесення необхідної кількості мінеральних та органічних доб-

Таблиця 1. Прогнозування урожайності культур (продуктивності тварин)

Показники	Виробничі функції	Екстраполяція
Урожайність сільськогосподарських культур, ц/га		
Озима пшениця	$y = 0,71x + 42,3$	0,9
Ячмінь ярий	$y = 0,89x + 30,9$	1,6
Овес ярий	$y = 1,21x + 25,1$	9,6
Кукурудза на зерно	$y = 4,38x + 44,9$	7,5
Вика	$y = 0,77x + 15,3$	24,4
Соняшник	$y = -0,35x + 25,2$	1,0
Соя	$y = 0,50x + 15,2$	1,2
Кукурудза на силос і зелений корм	$y = -7,62x + 226,3$	34,8
Однорічні трави на зелений корм	$y = 8,48x + 1,7$	03,4
Багаторічні трави на сіно	$y = -1,46x + 63,1$	5,6
Багаторічні трави на зелений корм	$y = 2,79x + 92,3$	25,8
Багаторічні трави на насіння	$y = 0,14x + 1,8$	,5
Продуктивність сільськогосподарських тварин, кг(г)/гол.		
Середньорічний надій на корову, кг	$y = 162x + 5429$	376,8
Середньодобовий приріст тварин на дорощуванні та відгодівлі, г: – великої рогатої худоби	$y = 21,9x + 565$	28,1
– свиней	$y = 39,3x + 390$	62,0

рив у залежності від забезпеченості ґрунту елементами живлення; необхідною поживністю кормових раціонів).

Коефіцієнтами нерівності, що виражають виробничі затрати, є витрати з розрахунку на 1 га посіву як для товарних культур, так і кормових культур, у рослинництві та сума експлуатаційних затрат на утримання 1 голови тварин без урахування вартості кормів у тваринництві (табл. 2—3).

Прибуток розраховано для товарної продукції за виключенням норми висіву насіння з 1 га: для пшениці озимої — 1,8 ц/га, ячменю — 1,6 ц/га, вівса — 1,6 ц/га, кукурудзи — 0,25 ц/га, гречки — 0,5 ц/га, соняшнику — 0,65 ц/га, сої — 2,2 ц/га, вики — 2,4 ц/га та багаторічних трав на насіння — 0,18 ц/га відповідно.

Затрати на корми, що займають основну частину в собівартості продукції тваринництва, визначаються у ході розв'язання задачі. Собівартість кормів, що можливо закупити (жом, комбікорми), оранка та погодинна оплата праці визначені відповідно до діючих цін поточного року.

Таблиця 2. Вхідна інформація по галузі рослинництва

Культури	Показники				
	Урожайність, ц/га	Затрати праці на 1 га, люд.-год.	Ціна реалізації, грн/ц	Валова продукція, тис. грн/га	Собівартість, 1 га
Озима пшениця	50,9	46,8	383,0	19,495	15962,2
Ячмінь ярий	41,6	40,8	352,6	14,671	11047,2
Овес	39,6	87,3	320,1	12,675	4826,9
Кукурудза на зерно	97,5	54,6	360,2	35,102	25035,0
Вика	24,4	33,7	691,6	16,876	12860,0
Гречка	7,9	29,4	1044,4	8,210	4362,7
Соняшник	21,0	35,2	894,2	18,747	13600,3
Соя	21,2	33,7	977,7	20,710	14948,4
Багаторічні трави на насіння	3,5	29,8	1022,0	3,607	3279,4

**Таблиця 3. Вхідна інформація по кормовиробництву у розрахунок на 1 га (1 гол.)**

Культури (корми тваринного походження)	Показники		
	Урожайність, ц/га	Затрати праці, люд.-год.	Собівартість, грн
Озима пшениця	50,9	46,8	15962,2
Ячмінь ярий	41,6	40,8	11047,2
Овес	39,6	87,3	4826,9
Кукурудза:	97,5	54,6	25035,0
– на зерно			
– на силос	134,8	9,7	6541,3
– зелений корм	134,8	14,8	6541,3
Однорічні трави:	103,4	4,3	5954,1
– на зелений корм (злакові)			
– на силос (бобові)	230,0	6,1	8746,9
– на сіно (бобові)	56,8	4,8	5251,7
Багаторічні трави:	125,8	23,2	8595,2
– на зелений корм			
– на сінаж	80,6	27,8	6076,4
– на сіно	45,6	29,8	5256,5
Пасовища природні	25,0	2,8	4085,0
Молоко	x	1,74	305,7
Зняте молоко	x	0,75	132,5

**Таблиця 4. Вхідна інформація по галузі тваринництва**

Показники	Вид поголів'я тварин			
	Корови	Молодняк на вирощуванні та відгодівлі	Свині зі шлейфом	Бджолосім'ї
Виробничі потужності для утримання поголів'я, гол. (вуликів)	2700		1700	140
Надій молока, кг (середньодобовий приріст 1 голови, г)	7376,8	828,1	862,0	x
Продуктивність, ц/гол.	73,77	3,02	3,15	8,70
Затрати праці на 1 голову, люд.-год.	239,5	81,8	57,0	50,0
Витрати на 1 голову для виробництва продукції (без вартості кормів), грн	20157,1	5474,7	4141,2	500,0
Орієнтовні річні норми підстилки на 1 тварину, т	1,2	0,72	1,68	x
Ціна реалізації 1 ц, грн	665,8	5234,0	3541,8	5790,0
Валова продукція, тис. грн/гол.	49,12	15,82	11,14	50,37

Обмеження за агротехнічними та зоотехнічними вимогами включають питому вагу посівних площ (поголів'я) у загальній структурі. Оскільки досліджуване підприємство має молочно-зерновий напрям спеціалізації та відноситься до підзони нестійкого зволоження зони Лісостепу, то особливості складу та чергування науково-обґрунтованої сівозміни будуть наступними: зернові та зернобобові мають складати в межах 50 % від загальної структури посівних площ, технічні — до 10 %, кормові — не менше, ніж 40 %, у т. ч. багаторічні трави — 20%.

Згідно методичних рекомендацій щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України найвищу загальну продуктивність у багатогалузевих господарствах різних форм власності забезпечують сівозміни з багаторічними травами. Їх рекомендують наситити зерновими та зернобобовими

культурами до 50 % (у т. ч. озимією пшеницею — на 20—30 %, ячменем ярим — на 10 %) і просапними культурами до 40 % (з них 20 % зернової кукурудзи). Частка технічних культур при цьому залишається рекомендованою для зони (солянику має складати до 10 %). Питома вага кормових культур у підприємствах, що спеціалізуються на виробництві молока та вирощують м'ясо, має становити не менше 40 %. Крім того, удосконалити структуру посівів та підвищити родючість ґрунтів, можливо за рахунок збільшення площ багаторічних бобових трав до 50 % у кормовій групі, передусім за рахунок скорочення посівів трудомістких однорічних трав.

Питома вага корів у структурі стада загального поголів'я визначена за спеціалізацією та складатиме 45—55 %. Чисельність поголів'я обмежено із урахуванням кількості голів, що дозволяють утримувати наявні приміщення (табл. 4).

Виробництво кормів тваринного походження залежить від частки молока від загальної продуктивності корів на випій великої рогатій худобі та свиням, яка повинна бути не меншою за їх потреби, а кількість знятого молока на корм обмежується кількістю переробленої продукції на вершки, масло тощо.

Обмеження за гарантованим виробництвом продукції враховує існуючі договори на поставку продукції.

На основі даних про урожайність фуражних культур і нормативів вмісту поживних речовин у них визначено вихід кормів з 1 га (табл. 5). Оскільки в задачі урожайність виражають у кормових одиницях і перетравному протеїні, у моделі проведені додаткові розрахунки по товарним культурам, що показують вихід поживних речовин у соломі і відходах.

Витрати кормових одиниць і перетравного протеїну на голову худоби визначені на основі довідників з урахуванням зональних умов та спрогнозованої продуктивності тварин. У таблиці 6 наведені дані про річну потребу в кормах та структуру годівлі визначеного виду тварин у залежності від поголів'я свиней та великої рогатої худоби.

Окрім кормової бази, організація технологічних процесів вимагає відповідні умови утримання тварин, які кількісно можливо відобразити у річних потребах підстилки (соломи) на

одну голову. Орієнтовними річними нормами витрат підстилки у розрахунку на одну голову сільськогосподарської тварини для молочних корів є 1,2 т, молодняку великої рогатої худоби — 0,72 т та свиням 1,68 т. В якості соломи середняних культур у модельному господарстві доцільно використовувати соломку злакових культур — озимої пшениці та ячменю.

Обмеження за закупівлею та виробництвом кормів залежить від потужностей переробних комплексів власного виробництва (міні комбикормові заводи, цехи по виготовленню екструдату) та обсягу кормів, які може підприємство закупити.

У системі агроекологічних умов, яких необхідно дотримуватися у виробничій програмі сільськогосподарського підприємства, ключове місце займає умова дотримання позитивного балансу гумусу. Основним агротехнічним заходом, що відтворює родючість ґрунтів та підвищує його біогенність, є внесення достатньої кількості органічних добрив. Для побудови техніко-екологічних коефіцієнтів визначено баланс гумусу розрахунковим методом (В.М. Макаренко; 2002) для кожної культури. В основі методу покладено баланс азоту в системі рослина — ґрунт — добриво, який базується на припущенні, що 50 % азоту, який поглинається рослинами, виноситься під час розкладання гумусу. Вихідними даними для визначення дефіциту балансу гумусу є статті утворення та витрат органічного вуглецю. Таким чином, встановлено норми органічних добрив, необхідні для забезпечення позитивного балансу.

Обґрунтовані норми насичення сівозміни органічними добривами визначено відповідно до системи землеробства за нормами внесення органічних добрив та індексом екологізації (М. К. Шикула; 2000), які мають бути не менше 13 т/га для підприємств Лісостепової зони. Характер дії на землеробство прийнято на рівні екологізації (0,067—0,125).

Таблиця 5. Поживність кормів сільськогосподарських культур

Культура	Вид продукції (основна, побічна)	Вміст в 1 ц продукції, ц		Вихід продукції з 1 га, ц	Вихід з 1 га, ц	
		кормових одиниць	перетравного протеїну		кормових одиниць	перетравного протеїну
Корми рослинного походження						
Озима пшениця	зерно	1,27	0,106	50,90	64,6	5,40
	солома	0,20	0,050	67,19	13,4	3,36
Ячмінь ярий	зерно	1,15	0,085	41,61	47,9	3,54
	солома	0,34	0,013	51,18	17,4	0,67
Овес	зерно	1,00	0,079	39,60	39,6	3,13
	солома	0,31	0,017	53,46	16,6	0,91
Кукурудза	зерно	1,33	0,073	97,45	129,6	7,11
	солома	0,35	0,010	171,51	60,0	1,72
Гречка	солома	0,29	0,028	16,12	4,7	0,45
Соя	солома	0,38	0,024	21,61	8,2	0,52
Соняшник	силос	0,18	0,075	52,41	9,4	3,93
Кукурудза	зелений корм	0,18	0,0014	134,79	24,3	0,19
	силос	0,19	0,0013	134,79	25,6	0,18
Люцерна	зелена маса	0,22	0,038	125,75	27,7	4,78
	сіно	0,44	0,101	45,55	20,0	4,60
	сінаж	0,35	0,071	80,60	28,2	5,72
Еспарцет	зелена маса	0,22	0,031	125,75	27,7	3,90
	сіно	0,50	0,099	45,55	22,8	4,51
Суданка	зелений корм	0,22	0,028	103,44	22,8	2,90
Вико-вівсяна сумішка	силос	0,17	0,033	230	39,1	7,59
	сіно	0,45	0,067	56,8	25,6	3,81
Природні – пасовища	зелена маса	0,23	0,025	25	5,8	0,63
Корми тваринного походження						
Молоко цільне	молоко 3,8 %	0,3	0,033	4,2	1,26	0,14
Зняте молоко	обрат	0,13	0,035	0,53	0,07	0,02
Корми продуктів переробки						
Жом бурячний	х	0,22	0,013	1	0,22	0,01
Комбикорм: – для ВРХ	х	0,84	0,081	1	0,84	0,08
– для свиней	х	1,04	0,157	1	1,04	0,16

З метою підтримання одночасно двох основних показників родючості ґрунту — гумусового стану та поживного режиму ґрунту, розв'язано задачу з оптимального поєднання органічних та мінеральних добрив. Регулювання поживного режиму ґрунту в моделі поєднання

Таблиця 6. Середні нормативні витрати кормів у розрахунку на голову сільськогосподарських тварин та їх структура

Показники	Види сільськогосподарських тварин		
	Корови	Молодняк великої рогатої худоби	Свині
Витрати кормів на 1 гол., ц к. од.	70,6 – 72,4	38,0 – 43,0	19,0 – 23,0
Концентровані корми, %	24	20	80
Грубі корми – усього, %	23	20	–
з них: сіно	10	5	–
сінаж	9	5	–
солома	4	10	–
Соковиті корми – усього, %	22	28	12
з них: силос	16	22	8
коренеплоди	6	–	–
інші корми	–	6	4
Зелені корми – усього, %	31	28	6
з них: пасовища	5	5	–
Молоко, %	–	2	0,5
Зняте молоко, %	–	2	1,5
Річна потреба у перетравному протеїні, ц	8,28	3,80	3,60

галузей забезпечується лише заходами прямого впливу — за допомогою системи удобрення. Техніко-екологічними коефіцієнтами в математичній моделі є норми внесення мінеральних добрив, визначені балансово-розрахунковим методом (І.С. Шатилов; М.К. Каюмов). В обмеженні за балансом поживних речовин повинна виконуватися умова позитивного вмісту азоту, фосфору та калію у середньому по сівозміні. Вміст поживних речовин у ґрунті залежно від посіву сільськогосподарської культури визначено балансово-розрахунковим методом (А.П. Лісовал; 2002).

Забезпечення стійкості ерозійного фону сільськогосподарських угідь можливо досягти за умови, що загальний коефіцієнт ерозійної небезпеки системи сівозмін агроекологічної моделі розвитку господарства має бути близьким до коефіцієнта однорічних злакових або бобових культур. Техніко-екологічними коефіцієнтами є коефіцієнти ерозійної небезпеки сільськогосподарських культур, які для кукурудзи на зерно становлять 0,85, соняшнику — 0,75, кукурудзи на силос та зелений корм — 0,6, гречки, вівса — 0,4, зернобобових (гороху, сої, вики) — 0,35, озимої пшениці — 0,3 та багаторічних трав у перший рік використання — 0,08.

З урахуванням наведених даних розроблено розгорнуту економіко-математичну модель для розв'язку задачі оптимального поєднання галузей.

Складено систему змінних задачі поєднання галузей аграрного підприємства відповідно до призначення їх використання: 1) посівна площа, відведена на товарні цілі (га):  $x_1$  — під посів озимої пшениці;  $x_2$  — ячменю ярого;  $x_3$  — вівса;  $x_4$  — кукурудзи на зерно;  $x_5$  — гречки;  $x_6$  — вики;  $x_7$  — сої;  $x_8$  — соняшнику;  $x_9$  — багаторічних трав на насіння; 2) посівна площа, відведена на кормові цілі для годівлі корів та великої рогатої худоби (га):  $x_{10}$  — під посів озимої пшениці;  $x_{11}$  — ячменю ярого;  $x_{12}$  — вівса;  $x_{13}$  — кукурудзу на зерно;  $x_{14}$  — кукурудзу на силос;  $x_{15}$  — кукурудзу на зелений корм;  $x_{16}$  — багаторічні трави на зелений корм;  $x_{17}$  — багаторічні трави на сінаж;  $x_{18}$  — багаторічні трави на сіно;  $x_{19}$  — однорічні трави на сіно (бобові);  $x_{20}$  — однорічні трави на силос (бобові);  $x_{21}$  — однорічні трави на зелений корм (злакові); 3) посівна площа, відведена на кормові цілі для годівлі свиней зі шлейфом (га):  $x_{22}$  — під посів озимої пшениці;  $x_{23}$  — ячменю ярого;  $x_{24}$  — вівса;  $x_{25}$  — кукурудзу на зерно;  $x_{26}$  — кукурудзу на силос;  $x_{27}$  — багаторічні трави на зелений корм;  $x_{28}$  — однорічні трави на силос (бобові); 4)  $x_{29}$  — розмір трансформації пасовищ у ріллю (га);

$x_{30}$  — пасовища на кормові цілі для корів (га); 5) поголів'я сільськогосподарських тварин (гол.):  $x_{31}$  — корови;  $x_{32}$  — молодняк великої рогатої худоби;  $x_{33}$  — свині зі шлейфом;  $x_{34}$  — бджолосім'ї; 6) корми (ц):  $x_{35}$  — молоко для великої рогатої худоби;  $x_{36}$  — молоко для свиней;  $x_{37}$  — зняте молоко для великої рогатої худоби;  $x_{38}$  — зняте молоко для свиней;  $x_{39}$  — купівля жому;  $x_{40}$  — виробництво комбікормів для великої рогатої худоби;  $x_{41}$  — виробництво комбікормів для свиней; 7)  $x_{42}$  — залучення сезонної робочої сили (люд.-год.); 8)  $x_{43}$  — виробничі витрати (грн); 9) добрива (т, кг д. р.):  $x_{44}$  — солома злакових на органічне добриво;  $x_{45}$  — органічні добрива;  $x_{46}$  — мінеральні добрива.

Обмеження моделі описують основні умови, що враховують при розробці оптимального поєднання галузей (оптимальної виробничої програми).

I. Обмеження за ресурсами підприємства:  
1) за використанням сільськогосподарських

угідь, га:  $\sum_{j=1}^{30} x_j \leq 3291$ ;

2) за використанням ріллі, га:  $\sum_{j=1}^{28} x_j \leq 3287 + x_{29}$ ;

3) за балансом природних пасовищ, га:  $x_{29} + x_{30} = 4$ ;

4) за використанням трудових ресурсів, люд.-год:

$$46,8(x_1 + x_{10} + x_{22}) + 40,8(x_2 + x_{11} + x_{23}) + 87,3(x_3 + x_{12} + x_{24}) + 54,6(x_4 + x_{13} + x_{25}) + 29,4x_5 + 33,7x_6 + 33,7x_7 + 35,2x_8 + 29,8x_9 + 9,7(x_{14} + x_{26}) + 14,8x_{15} + 23,2(x_{16} + x_{27}) + 27,8x_{17} + 29,8x_{18} + 4,8x_{19} + 6,1(x_{20} + x_{28}) + 4,3x_{21} + 15,2x_{29} + 2,8x_{30} + 239,5x_{31} + 81,8x_{32} + 57,0x_{33} + 50,0x_{34} \leq 367632 + x_{42};$$

5) за матеріально-грошовими затратами, грн:

$$15962(x_1 + x_{10} + x_{22}) + 11047(x_2 + x_{11} + x_{23}) + 4827(x_3 + x_{12} + x_{24}) + 25035(x_4 + x_{13} + x_{25}) + 4363x_5 + 12860x_6 + 14948x_7 + 13600x_8 + 3279x_9 + 6541(x_{14} + x_{26}) + 6541x_{15} + 8595(x_{16} + x_{27}) + 6076x_{17} + 5256x_{18} + 5252x_{19} + 8747(x_{20} + x_{28}) + 5954x_{21} + 150x_{29} + 20157x_{31} + 5475x_{32} + 4141x_{33} + 500x_{34} + 132x_{37} + 132x_{38} + 300x_{39} + 791x_{40} + 952x_{41} + 17x_{42} = x_{43}.$$

II. Обмеження за агротехнічними та зоотехнічними вимогами:

6) за площею під зернові культури:

$$\sum_{j=1}^7 x_j + \sum_{j=10}^{13} x_j + \sum_{j=22}^{25} x_j \leq 0,5 \sum_{j=1}^{29} x_j;$$

7—8) за площею під озиму пшеницю:

$$0,2 \sum_{j=1}^{29} x_j \leq x_1 + x_{10} + x_{22} \leq 0,3 \sum_{j=1}^{29} x_j;$$

9) за площею під ячмінь ярий:

$$x_2 + x_{11} + x_{23} \leq 0,1 \sum_{j=1}^{29} x_j;$$

10) за просапними культурами:

$$x_4 + x_5 + x_8 + \sum_{j=13}^{15} x_j + x_{25} + x_{26} \leq 0,4 \sum_{j=1}^{29} x_j;$$

11) за площею під кукурудзу на зерно:

$$x_4 + x_{13} + x_{25} \leq 0,2 \sum_{j=1}^{29} x_j;$$

12) за площею соняшнику:  $x_8 \leq 0,1 \sum_{j=1}^{29} x_j$ ;

13) за площею під кормові культури:

$$\sum_{j=14}^{21} x_j + \sum_{j=26}^{28} x_j \geq 0,4 \sum_{j=1}^{29} x_j;$$

14) за багаторічними травами:

$$x_9 + \sum_{j=16}^{18} x_j + x_{27} \geq 0,5 \left( x_9 + \sum_{j=14}^{21} x_j + \sum_{j=26}^{28} x_j \right);$$

15) за площею багаторічних трав на насіння:

$$x_9 \leq 0,03 \sum_{j=1}^{29} x_j;$$

16 — 17) питома вага корів у структурі стада має знаходитися у межах 45—55 % для молочно-м'ясного скотарства:  $0,55 \cdot x_{32} \geq x_{31} \geq 0,45 \cdot x_{32}$ .

III. Обмеження за чисельністю поголів'я тварин (гол.), що характеризує можливість утримання відповідного виду поголів'я за наявністю скотомісць:

18) для корів та молодняка великої рогатої худоби:  $x_{31} + x_{32} \leq 2500$ ;

19) для свиней зі шлейфом:  $x_{35} \leq 1700$ ;

20) бджолосім'ї (наявність вуликів на підприємстві):  $x_{34} = 140$ .

IV. Обмеження за виробництвом та закупівлею кормів тваринного походження, ц:

21) виробництво молока жирністю 3,8 % на випій ВРХ та свиням, що становить 5,7 % виробленої молочної продукції має бути не менше їх потреби:  $4,2x_{31} \geq x_{35} + x_{36}$ ;

22) потреба знятого молока жирністю 0,05% на корм ВРХ та свиням:  $x_{37} + x_{38} \leq 15000$ .

V. Обмеження за гарантованим виробництвом продукції, ц:

23) молоко на реалізацію (94,3 % виробленої продукції), ц:  $69,6x_{31} \geq 27700$ ;

24) м'ясо (у живій вазі):  $3,02x_{32} + 3,15x_{33} \geq 4450$ ;

25) мед:  $8,7x_{34} \geq 800$ ;

26) зерно:

$$50,9x_1 + 41,6x_2 + 39,6x_3 + 97,5x_4 + 7,9x_5 + 24,4x_6 \geq 70000$$

27) зерно сої:  $21,2x_7 \geq 4000$ ;

28) насіння соняшнику:  $21,0x_8 \geq 6500$ ;

29) гречка:  $7,9x_5 \geq 270$ .

VI. Обмеження по балансу кормів для корів та молодняка великої рогатої худоби, ц корм. од.:

30—31) нормативна поживність кормів:

$$70,6x_{31} + 38,0x_{32} \leq 78,1x_{10} + 65,3x_{11} + 56,2x_{12} + 129,6x_{13} + 25,6x_{14} + 24,3x_{15} + 27,7x_{16} + 28,2x_{17} + 20,0x_{18} + 25,6x_{19} + 39,1x_{20} + 22,8x_{21} + 5,8x_{30} + 1,3x_{35} + 0,1x_{37} + 0,2x_{39} + 0,8x_{40} \leq 72,4x_{31} + 43,0x_{32};$$

32—33) виробництво і потреба концентрованих кормів:

$$16,94x_{31} + 7,60x_{32} \leq 64,6x_{10} + 47,9x_{11} + 39,6x_{12} + 129,6x_{13} + 0,8x_{40} \leq 17,38x_{31} + 8,60x_{32};$$

34—35) виробництво і потреба соковитих кормів:

$$15,53x_{31} + 10,64x_{32} \leq 25,6x_{14} + 39,1x_{20} + 0,2x_{39} \leq 15,93x_{31} + 12,04x_{32};$$

36—37) у т. ч. виробництво і потреба силову:

$$11,30x_{31} + 8,36x_{32} \leq 25,6x_{14} + 39,1x_{20} \leq 11,58x_{31} + 9,46x_{32};$$

38—39) виробництво і потреба зелених кормів:

$$21,89x_{31} + 10,64x_{32} \leq 24,3x_{15} + 27,7x_{16} + 22,8x_{21} + 5,8x_{30} \leq 22,44x_{31} + 12,04x_{32};$$

40—41) виробництво і потреба грубих кормів:

$$16,24x_{31} + 7,60x_{32} \leq 13,4x_{10} + 17,4x_{11} + 16,6x_{12} + 28,2x_{17} + 20,0x_{18} + 25,6x_{19} \leq 16,65x_{31} + 8,60x_{32};$$

42—43) у т. ч. виробництво і потреба сіна:

$$7,06x_{31} + 1,90x_{32} \leq 20,0x_{18} + 25,6x_{19} \leq 7,24x_{31} + 2,15x_{32};$$

44—45) виробництво і потреба молока на корм для молодняка ВРХ:

$$0,76x_{32} \leq 1,26x_{35} \leq 0,86x_{32};$$

46—47) виробництво і потреба знятого молока на корм для молодняка ВРХ:

$$0,76x_{32} \leq 0,07x_{37} \leq 0,86x_{32};$$

48) збалансованість кормового раціону за вмістом перетравного протеїну, ц:

$$8,75x_{10} + 4,20x_{11} + 4,04x_{12} + 7,11x_{13} + 0,18x_{14} + 0,19x_{15} + 4,78x_{16} + 5,72x_{17} + 4,60x_{18} + 3,81x_{19} + 7,59x_{20} + 2,90x_{21} + 0,63x_{30} + 0,14x_{35} + 0,02x_{37} + 0,01x_{39} + 0,08x_{40} \geq 8,28x_{31} + 3,80x_{32}.$$

Обмеження за балансом кормів для свиней зі шлейфом, ц корм. од.:

49—50) нормативна поживність кормів:

$$19,0x_{33} \leq 64,6x_{22} + 47,9x_{23} + 39,6x_{24} + 129,6x_{25} + 25,6x_{26} + 27,7x_{27} + 39,1x_{28} + 1,3x_{36} + 0,1x_{38} + 1,0x_{41} \leq 23,0x_{33};$$

51—52) виробництво і потреба концентрованих кормів:

$$15,2x_{33} \leq 64,6x_{22} + 47,9x_{23} + 39,6x_{24} + 129,6x_{25} + 1,0x_{41} \leq 18,4x_{33};$$

53—54) виробництво і потреба соковитих кормів:

$$2,28x_{33} \leq 25,6x_{26} + 39,1x_{28} \leq 2,76x_{33};$$

55—56) у т. ч. виробництво і потреба силову:

$$1,52x_{33} \leq 25,6x_{26} + 39,1x_{28} \leq 1,84x_{33};$$

57—58) виробництво і потреба зелених кормів:

$$1,14x_{33} \leq 27,7x_{27} \leq 1,38x_{33};$$

59—60) виробництво і потреба молока на корм для молодняка ВРХ:

$$0,10x_{33} \leq 1,26x_{36} \leq 0,12x_{33};$$

61—62) виробництво і потреба знятого молока (молочних відвійок) на корм для молодняка ВРХ:  $0,29x_{33} \leq 0,07x_{38} \leq 0,35x_{33}$ ;

63) збалансованість кормового раціону за вмістом перетравного протеїну:

$$8,75x_{22} + 4,20x_{23} + 4,04x_{24} + 7,11x_{25} + 0,18x_{26} + 4,78x_{27} + 7,59x_{28} + 0,14x_{36} + 0,02x_{38} + 0,16x_{41} \geq 3,60x_{33}.$$

VII. Обмеження за потребою соломи (на підстилку), т/га:

64) умова одержання побічної продукції зернових культур (солома), що буде використана на підстилку, ц:

$$6,7 \cdot (x_1 + x_{22}) + 5,1 \cdot (x_2 + x_{23}) = 1,20x_{76} + 0,72x_{77} + 1,68x_{78} + x_{44}.$$

VIII. Обмеження за закупівлею та виробництвом кормів, ц:

65) за закупівлею жому:  $x_{39} \leq 10000$ ;

66) за виробництвом комбікормів для великої рогатої худоби:  $x_{40} \leq 1500$ ;

67) за виробництвом комбікормових сумішей для свиней:  $x_{41} \leq 500$ .

IX. Обмеження за розораністю сільськогосподарських угідь, га:

68) за переведенням природних пасовищ у рілля:  $x_{29} \leq 4$ .

X. Обмеження за балансом гумусу, т:

69) за балансом гумусу, т:

$$0,09(x_1 + x_{10} + x_{22}) + 0,04(x_2 + x_{11} + x_{23}) + 0,01(x_3 + x_{12} + x_{24}) + 0,10(x_4 + x_{13} + x_{25}) + 0,02x_5 + 0,04x_6 + 0,03x_7 + 0,07x_8 + 0,31x_9 + 0,05(x_{14} + x_{15} + x_{26}) + 1,02(x_{16} + x_{27}) + 0,76x_{17} + 0,63x_{18} + 0,46x_{19} + 1,25(x_{20} + x_{28}) + 0,74x_{21} \geq 0.$$

XI. Обмеження за органічними добривами, т:

70) баланс виробництва органічних добрив, який включає солому зернових (тієї частини, що не використовували на підстилку), переведену на органічне добриво, вихід гною від кожного виду сільськогосподарських тварин та залишок соломи, відведеної на підстилку худобі, теж переведеної в органічне добриво:

$$8,90 \cdot (x_3 + x_{24}) + 27,21 \cdot (x_4 + x_{13} + x_{25}) + 2,46x_5 + 7,30x_6 + 6,33x_7 + 4,62x_8 + 9,0x_{31} + 9,0x_{32} + 2,0x_{33} + 3,5x_{44} = x_{45};$$

71) баланс внесення органічних добрив (внесення органічних добрив по сівозмінах повинно не перевищувати кількості вироблених органічних добрив):

$$12(x_1 + x_{10} + x_{22}) + 8(x_2 + x_{11} + x_{23}) + 9(x_3 + x_{12} + x_{24}) + 52(x_4 + x_{13} + x_{25}) + 16x_6 + 13x_7 + 25x_8 \leq x_{45}.$$

XII. Обмеження за насиченням сівозміни органічними добривами, т:

72) за насиченням сівозміни органічними добривами — за критерієм екологізації наростаючого рівня — для зони Лісостепу має бути не менше 13 т у розрахунку на 1 га посівної площі:

$$-x_1 - 5x_2 - 4x_3 + 39x_4 - 13x_5 + 3x_6 + 12x_8 - 13x_9 - x_{10} - 15x_{11} - 4x_{12} + 39x_{13} - 13x_{14} - 13x_{15} - 13x_{16} - 13x_{17} - 13x_{18} - 13x_{19} - 13x_{20} - 13x_{21} - x_{22} - 5x_{23} - 4x_{24} + 39x_{25} - 13x_{26} - 13x_{27} - 13x_{28} \geq 0.$$

XIII. Обмеження за внесенням мінеральних добрив у діючій речовині:

73) за внесенням азотних добрив, кг діючої речовини:

$$105,2(x_1 + x_{10} + x_{22}) + 64,0(x_2 + x_{11} + x_{23}) + 49,7(x_3 + x_{12} + x_{24}) + 90,6(x_4 + x_{13} + x_{25}) + 114,4x_6 + 32,7x_7 + 165,1x_{18} + 95,5x_{19} \leq 150000.$$

74) за внесенням фосфорних добрив, кг діючої речовини:

$$87,7(x_1 + x_{10} + x_{22}) + 72,0(x_2 + x_{11} + x_{23}) + 80,4(x_3 + x_{12} + x_{24}) + 83,1(x_4 + x_{13} + x_{25}) + 20,3x_6 + 21,3x_7 + 51,8x_{18} + 40,8x_{19} \leq 130000.$$

75) за внесенням калійних добрив, кг діючої речовини:

$$48,7(x_1 + x_{10} + x_{22}) + 32,4(x_2 + x_{11} + x_{23}) + 89,4(x_3 + x_{12} + x_{24}) + 93,4(x_4 + x_{13} + x_{25}) + 16,1x_6 + 102,4x_8 + 25,8(x_{14} + x_{15} + x_{26}) + 122,5x_{18} + 22,6x_{19} \leq 150000.$$

76) баланс внесення мінеральних добрив, кг діючої речовини:

$$241,6(x_1 + x_{10} + x_{22}) + 168,4(x_2 + x_{11} + x_{23}) + 217,7(x_3 + x_{12} + x_{24}) + 267,1(x_4 + x_{13} + x_{25}) + 150,8x_6 + 54,0x_7 + 102,4x_8 + 25,8(x_{14} + x_{15} + x_{26}) + 339,4x_{18} + 258,9x_{19} = x_{46}.$$

XIV. Обмеження за рівнем екологізації землеробства:

77) за наростаючим рівнем екологізації землеробства:  $x_{45} \geq 0,067x_{46}$ .

XV. Обмеження за балансом поживних речовин:

78) за позитивним балансом азоту:

$$-62,5(x_1 + x_{10} + x_{22}) - 119,6(x_2 + x_{11} + x_{23}) - 53,6(x_3 + x_{12} + x_{24}) + 185,2(x_4 + x_{13} + x_{25}) + 6,2x_5 + 62,0x_6 + 79,0x_7 + 94,4x_8 + 14,85x_9 - 22,5(x_{14} + x_{15} + x_{26}) + 70,3(x_{16} + x_{27}) + 63,1x_{17} + 186,2x_{18} + 44,1x_{19} - 18,5(x_{20} + x_{28}) - 39,2x_{21} \geq 0;$$

79) за позитивним балансом рухомого фосфору:

$$45,8(x_1 + x_{10} + x_{22}) + 6,1(x_2 + x_{11} + x_{23}) + 37,7(x_3 + x_{12} + x_{24}) + 155,1(x_4 + x_{13} + x_{25}) - 3,8x_5 + 21,8x_6 + 32,3x_7 + 41,0x_8 - 1,69x_9 - 14,0(x_{14} + x_{15} + x_{26}) - 19,1(x_{16} + x_{27}) - 16,9x_{17} + 27,3x_{18} + 7,1x_{19} - 39,3(x_{20} + x_{28}) - 17,2x_{21} \geq 0;$$



80) за позитивним балансом рухомого ка- лію:

$$-9,8(x_1 + x_{10} + x_{22}) - 98,4(x_2 + x_{11} + x_{23}) + 107,7(x_3 + x_{12} + x_{24}) + 368,1(x_4 + x_{13} + x_{25}) + 3,1x_5 + 41,6x_6 + 69,5x_7 + 238,0x_8 + 1,20x_9 - 23,4(x_{14} + x_{15} + x_{26}) - 65,0(x_{16} + x_{27}) - 56,5x_{17} + 33,1x_{18} + 8,0x_{19} - 129,0(x_{20} + x_{28}) - 53,0x_{21} \geq 0.$$

XVI. Обмеження за забезпеченням стійкості ерозійного фону земель:

81) за ерозійною небезпекою сівозмін:

$$(0,3(x_1 + x_{10} + x_{22}) + 0,5(x_2 + x_{11} + x_{23}) + 0,4(x_3 + x_{12} + x_{24}) + 0,85(x_4 + x_{13} + x_{25}) + 0,4x_5 + 0,35(x_6 + x_7) + 0,75x_8 + 0,6(x_{14} + x_{15} + x_{26}) + 0,08(x_9 + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{27}) + 0,35(x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{28})) \frac{1}{3291} \leq 0,455.$$

XVII. Обмеження за умовою невід'ємності змінних:

$$\{x_j, x_i, x_i', x_i'', x_i'''\} \geq 0.$$

Чистий дохід визначається як різниця товарної продукції та грошово-матеріальних затрат від вартості товарної продукції (тис. грн):

$$Z_{\max} = 19,5x_1 + 14,7x_2 + 12,7x_3 + 35,1x_4 + 8,2x_5 + 16,9x_6 + 20,7x_7 + 18,7x_8 + 3,6x_9 + 49,1x_{31} + 15,8x_{32} + 11,1x_{33} + 50,4x_{34} - 0,001x_{43}.$$

Вищенаведену модель реалізовано у середовищі MS Excel за допомогою засобу Поиск решения, розрахунки якої дозволяють отримати наступні результати:

1. Для раціонального ведення виробництва у модельному підприємстві доцільно використовувати всю рілля (3287 га). При цьому на 20 % посівної площі варто вирощувати пшеницю, 19,2 % відвести під багаторічні трави на зелений корм, по 14,5 % та 12,2 % засіяти кукурудзою на зерно та на силос відповідно, на 10 % площі вирощувати соняшник (табл. 7).

Таблиця 7. Показники по галузі рослинництва за оптимальним планом

Культури	Оптимальна площа посіву, га	Структура ріллі, %
На товарні цілі – усього	1454	44,2
у т. ч. пшениця озима	458	14,0
кукурудза на зерно	479	14,5
соя	189	5,7
соняшник	328	10,0
На кормові цілі – усього	1833	55,8
у т. ч. пшениця озима	199	6,1
ячмінь ярий	200	6,1
овес	20	0,6
кукурудза на силос	400	12,2
багаторічні трави на зелений корм	632	19,2
багаторічні трави на сінаж	138	4,2
однорічні бобові трави на сіно	165	5,0
однорічні бобові трави на силос	79	2,4
Посівна площа – всього	3287	100,0

2. Площу ріллі доцільно використовувати на товарні цілі 44,2 % та на кормові — 55,8 % (це дозволить поліпшити стан кормової бази та збільшити поголів'я худоби). Сівозмінна має бути насичена 20 % озимою пшеницею, 6,1 % ячменем, 14,6 % зерною кукурудзою, 10 % соняшнику, а також 23,4 % багаторічними травами. Найбільш прибутковими за такої структури посівних площ є вирощування пшениці, кукурудзи, сої та соняшнику. Площа під зернові культури складе 41,3 %, технічні — 15,7 % та кормові — 43,0 %. На кормові цілі доцільніше вирощувати пшеницю, ячмінь, овес, кукурудзу на силос, багаторічні трави на зелений корм та сінаж, а також однорічні бобові трави на сіно та силос. Більш ефективно вирощувати для кормовиробництва однорічні трави, ніж кукурудзу на силос та зелений корм (табл. 8).

Оптимальна площа посівів відповідає науково-обґрунтованій структурі побудови сівозмін для підприємств молочно-зернового напрямку з розвинутим виробництвом м'яса та

Таблиця 8. Показники розміру та структури посівних площ за оптимальним планом

Культури	Роки				2019 р. до 2017 р.	
	2017 (факт)		2019 (проект)		(+,-)	%
	га	%	га	%		
Пшениця озима	400	12,2	657	20,0	257	164,4
Ячмінь ярий	199	6,1	200	6,1	1	100,5
Кукурудза на зерно	350	10,6	479	14,6	129	136,8
Овес	20	0,6	20	0,6	-	100,0
Вика	50	1,5	-	-	-	-
Зернові та зернобобові – всього	1019	31,0	1356	41,3	337	133,1
Соняшник	540	16,4	328	10,0	-212	60,7
Соя	500	15,2	189	5,7	-311	37,8
Технічні культури – всього	1040	31,6	517	15,7	-523	49,7
Кукурудза на силос, зелений корм	414	12,6	400	12,2	-14	96,6
Багаторічні трави	498	15,2	770	23,4	272	154,6
Однорічні трави	215	6,5	244	7,4	29	113,5
Кормові культури – всього	1127	34,3	1414	43,0	287	125,5
Пари	101	3,1	-	-	-	-
Посівна площа – всього	3287	100,0	3287	100,0	-	100,0

**Таблиця 9. Показники по галузі тваринництва за оптимальним планом**

Показники	Роки		2019 р. до 2017 р., %
	фактичний рівень (2017 р.)	за оптимальним планом (2019 р.)	
Велика рогата худоба – всього	1052	1134	107,8
у т. ч. корови дійного стада	420	402	95,8
Свині зі шлейфом – усього	864	810	93,8
Всього умовних голів	1058	1084	102
Бджолосімей	140	140	100,0

**Таблиця 10. Структура кормовиробництва за оптимальним планом**

Корми	ВРХ		Свині		Усього	
	ц	%	ц	%	ц	%
Концентровані	12373,6	22,0	12603,6	81,9	24977,2	34,9
Соковиті	14028,9	24,9	1490,4	9,7	15519,3	21,7
у т. ч. силос	11828,9	21,0	1490,4	9,7	13319,3	18,6
Зелені	16584,7	29,5	923,4	6,0	17508,1	24,4
Грубі	12089,6	21,5	–	–	12089,6	16,9
у т. ч. сіно	4229,3	7,5	–	–	4229,3	5,9
Корми тваринного походження	1184,76	2,1	372,60	2,4	1557,4	2,2
Кормові одиниці – всього	56261,5	100,0	15390,0	100,0	71651,5	100,0
У розрахунку на 1 умовну голову:						
– кормових одиниць	49,6	x	19,0	x	68,6	x
– перетравного протеїну	5,43	x	2,78	x	8,2	x

природно-кліматичній зоні Лівобережного Лісостепу.

Крім того, на підприємстві доцільно використовувати природні пасовища для випасання великої рогатої худоби, що дозволить додатково забезпечити їх зеленими кормами та необхідною поживністю у літній період.

3. За таких об'ємів кормовиробництва доцільно утримувати 732 голів молодняка великої рогатої худоби та 402 корів молочного стада, а також 810 голів свиней різних вікових груп (табл. 9). Для підвищення прибутковості підприємства краще збільшити виробництво та реалізацію яловичини, ніж свинини, а для забезпечення планових продажів молока унаслі-

док досягнутої продуктивності корів можливо скоротити їх кількість на 4,2 %.

4. Обсяг заготовлених кормів (71651,5 ц корм. од.) достатній для повноцінної годівлі великої рогатої худоби та свиней та забезпечення запланованої продуктивності (табл. 10). Поживність річного балансу годівлі однієї голови великої рогатої худоби у середньому для корів та молодняка становить 49,6 ц

корм. од., у тому числі грубих — 10,7 ц, соковитих — 12,4 ц, зелених — 14,6 ц, концентратів — 10,9 ц. Поживність річного балансу годівлі однієї свині становить 19,0 ц корм. од., у тому числі, соковитих 1,8 ц корм. од., зелених — 1,1 ц корм. од., концентратів — 15,6 ц корм. од. та кормів тваринного походження — 0,5 ц. Аналіз структури кормового раціону свідчить, що відсоткове співвідношення всіх основних груп кормів знаходиться в зоотехнічно-обґрунтованих межах.

5. Для пропонованої структури посівних площ та поголів'я тварин необхідно 317,7 тис. люд.-год трудових ресурсів, що більше порівняно з 2017 р. на 9,2 %, але менше на 13,5 %,

**Таблиця 11. Виробничий напрям та спеціалізація за оптимальним планом**

Галузі і види продукції	Показники						Оптимальний план до показників 2017 р., %
	фактичний рівень (2017 р.)			за оптимальним планом (2019 р.)			
	Виручка від реалізації товарної продукції, тис. грн	Структура товарної продукції, %	Номер виду продукції за питомою вагою	Виручка від реалізації товарної продукції, тис. грн	Структура товарної продукції, %	Номер виду продукції за питомою вагою	
Рослинництво	27163	55,7	x	29772,8	57,9	x	109,6
Зернові та зернобобові	14904	30,6	2	20309,7	39,5	1	136,3
Соя	4170	8,6	4	3504,6	6,8	4	84,0
Соняшник	7903	16,2	3	5958,5	11,6	3	75,4
Інша продукція	186	0,4	7	–	–	9	–
Тваринництво	21428	43,9	x	21636,6	42,1	x	101,0
М'ясо великої рогатої худоби	738	1,5	6	890,9	1,7	6	120,7
М'ясо свиней	3177	6,5	5	3132,1	6,1	5	98,6
Молоко	17467	35,8	1	17567,6	34,2	2	100,6
Мед	46	0,1	9	46,0	0,1	8	100,0
Послуги	175	0,4	8	175,0	0,3	7	100,0
Разом по господарству	48766,0	100,0	x	51409,3	100,0	x	105,4

ніж потенційно може використати трудових ресурсів підприємство. Для оптимальної виробничої програми достатньо 199 працівників, зайнятих у сільськогосподарському виробництві.

6. Оптиміальна виробнича програма підприємства розрахована на підвищення екологізації землеробства, для чого потрібно орієнтовно вносити на 1 га ріллі 13,8 т органічних добрив (3,6 т гною та 10,2 т побічної продукції.) та 112 кг (N<sub>40</sub>, P<sub>29</sub>, K<sub>42</sub>) мінеральних добрив. За такого ресурсного забезпечення коефіцієнт екологізації становитиме 9,3 і свідчатиме про екологізацію землеробства з наростаючим її рівнем.

7. З метою підвищення екологізації землеробства доцільним є скорочення посівних площ під пари, зниження виробництва насіння соняшнику та підвищення виробництва багаторічних трав на 54,6%. Так, скоротиться посівна площа інтенсивних культур майже удвічі у порівнянні з 2017 р. та знизиться питома вага інтенсивних культур з 27,9% до 24,6% по підприємству. Оптиміальне поєднання галузей сприяє профіцитному балансу гумусу та позитивному балансу поживних речовин, таким чином, — утворенню додатково 0,33 т гумусу на 1 га, що дозволить підприємству мати статус спеціальної сировинної зони з виробництва продукції для дитячого та дієтичного харчування. Такий статус в Україні має можливість отримання дотацій на вироб-

**Таблиця 12. Вартісні показники ефективності поєднання галузей за оптимальним планом**

Показники	Роки		2019 р. до 2017 р.	
	2017 (факт)	2019 (проект)	(+,-)	%
	Вироблено валової продукції на 100 га сільськогосподарських угідь, тис. грн: у постійних цінах 2010 р.	736,9	794,3	57,4
у діючих цінах реалізації	2303,5	2494,2	190,7	108,3
Вироблено валової продукції у розрахунку на 1 працівника, тис. грн: у постійних цінах 2010 р.	105,9	131,4	25,5	124,0
у діючих цінах реалізації	331,1	412,5	81,4	124,6
Вироблено валової продукції у розрахунку на 100 грн основних засобів, тис. грн: у постійних цінах 2010 р.	80,8	86,7	5,9	107,3
у діючих цінах реалізації	252,6	272,2	19,6	107,8
Вироблено валової продукції у розрахунку на 100 грн витрат виробництва, тис. грн: у постійних цінах 2010 р.	31,6	40,6	9,0	128,6
у діючих цінах реалізації	98,7	127,6	28,9	129,3
Рентабельність виробництва, %	26,4	29,4	3,0	x

ництво продукції зазначеного виду та розширення ринків збуту.

8. Реалізувати за оптимальним планом зернових та зернобобових на 36,3% більше, ніж у 2017 р., знизити виробництво та реалізацію продукції технічних культур на 16,0% та 24,6% відповідно для соняшнику та сої, а також недоцільно вирощувати вику (табл. 11). Оптиміальною спеціалізацією буде виробництво зернових та зернобобових (39,5% товарної продукції) та молока (34,2%), при цьому рівень спеціалізації залишиться слабким, а напрям — зміниться на зерново-молочний з розвинутим виробництвом технічних культур та м'яса.

**Таблиця 13. Показники концентрації виробництва за оптимальним планом**

Показники	Роки		2019 р. до 2017 р.	
	2017 (факт)	2019 (проект)	(+,-)	%
Площа сільськогосподарських угідь, га	3306	3306	—	100,0
Площа ріллі, га	3287	3287	—	100,0
Питома вага інтенсивних культур, %	27,9	24,6	-3,4	x
Посівна площа, га	3186	3287	101,0	103,2
у т. ч.: зернових	1019	1356	337,0	133,1
технічних	1040	517	-523,0	49,7
Щільність поголів'я тварин, гол:				
— велика рогата худоба	19,1	22,1	3,0	115,8
у т.ч. корів	12,7	12,2	-0,5	95,7
— свиней	26,3	24,6	-1,6	93,8
Середньорічна чисельність працюючих, чол.	230	199	-31,0	86,5
Вартість основних виробничих засобів, тис. грн	30151	30151	—	100,0
Виробництво валової продукції на 100 га сільськогосподарських угідь у постійних цінах 2010 р. — всього, тис. грн	736,9	794,3	57,4	107,8
у т. ч.: рослинництва	355,3	311,6	-43,7	87,7
тваринництва	381,6	479,1	97,5	125,5
Вироблено на 100 га сільськогосподарських угідь, ц:				
— молока	837,8	850,2	12,4	101,5
— м'яса (усіх видів)	134,6	144,6	10,0	107,4
у т.ч. приросту ВРХ	56,3	66,9	10,6	118,9
Вироблено на 100 га ріллі, ц:				
— зерна	1753,8	2129,6	375,8	121,4
— приросту живої маси свиней	78,8	77,5	-1,2	98,4

9. Підвищення питомої ваги продукції рослинництва у структурі виробництва обгрунтоване зростанням рентабельності з 26,4 % до 29,4% загалом по підприємству (табл. 12). Розрахований план дозволить збільшити рівень виробництва валової продукції на 8,3 %, підвищити ефективність використання основних засобів та витрат виробництва на 7,8 % та 29,3 % відповідно, а також збільшити рентабельність підприємства на 3 в. п. Витрати на виробництво скоротяться на 3,4%.

10. Кількісні показники характеризуються збільшенням виробництва м'яса на 100 га сільськогосподарських угідь на 10,0 ц та молока — на 12,4 ц, збільшення виробництва зерна на 100 га ріллі на 21,4 % (табл. 13). Виробництво валової продукції на 100 га сільськогосподарських угідь у постійних цінах зростає на 7,8 % за рахунок її зростання у галузі тваринництва (на 25,5 %).

Отже, це найбільш раціональне поєднання галузей у модельному підприємстві при заданих умовах за обсягом, нормах виробництва та витрат, урожайності та продуктивності, з дотриманням усіх агротехнічних і зоотехнічних вимог ведення виробництва. Проведений аналіз результатів дає можливість зробити висновок, що побудована модель оптимального планування виробничої програми є адекватною, а отже, її можна застосувати для будь-якого підприємства досліджуваного району.

### ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК

Застосування оптимізаційних моделей як засобу планування виробничої діяльності дає змогу покращити основні економічні показники підприємства: підвищити рівень рентабельності на 3 %, збільшити рівень виробництва валової продукції на 8 %, скоротити витрати виробництва більше, ніж на 3 %, зекономити трудові ресурси до 13 %. Екологічна ефективність забезпечується підвищенням рівня екологізації землеробства за рахунок внесення  $\approx 14$  т органічних добрив, 112 кг діючої речовини мінеральних добрив у середньому на 1 га ріллі, скороченням вдвічі площі інтенсивних культур та підвищенням вирощування багаторічних трав на 55 %. Для типових підприємств молочно-зернового напрямку спеціалізації з розвинутим виробництвом м'яса  $\approx 56$  % площі ріллі необхідно відводити під кормові цілі.

Використання еколого-економічних моделей уможливило формування науково-обгрунтованої системи господарства з урахуванням зональних умов та виробничих потужностей.

Результати оптимального плану виробництва продукції свідчать, що для підвищення екологізації землеробства необхідно: збільшити у структурі посівів частку багаторічних трав; у структурі поголів'я тварин — частку поголів'я великої рогатої худоби; максимально використати рослинні рештки та побічну продукцію у якості органічних добрив; забезпечити оптимальне поєднання норм органічних та мінеральних добрив. Для підвищення прибутковості підприємства доцільно в галузі рослинництва збільшити реалізацію зернових культур за рахунок скорочення технічної продукції, а галузі тваринництва — яловичини за рахунок зниження виробництва свинини у живій вазі.

Застосування моделей поєднання галузей в стратегічному управлінні підприємством дозволяє обирати різні сценарії розвитку (стратегічні плани), приймати оптимальні стратегічні рішення. При переході від традиційного до еколого-прямованого виробництва вирощування нової продукції чи впровадження нових технологій можливе за наявних ресурсів. Модель переходу до органічного виробництва не враховує ресурсний потенціал підприємства. Залежно від прийнятого сценарію розробляється стратегія розвитку підприємства — розширення посівних площ, тваринницьких ферм, чисельності працівників, матеріально-технічної бази тощо.

Таким чином, отримані результати підтверджують перспективність застосування еколого-економічних моделей поєднання галузей для оптимізації виробничої програми аграрних підприємств, а підвищення рентабельності виробництва сприятиме зміцненню конкурентних позицій на ринку сільськогосподарської продукції.

#### Література:

1. Браславец М.Е. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / М.Е. Браславец, Р.Г. Кравченко. — М.: "Колос", 1972. — 589 с.
2. Бродський Ю.Б. / Економіко-математична модель оптимізації виробничої структури високотоварних сільськогосподарських підприємств / Ю.Б. Бродський, В.Є. Данкевич // Вісник ЖДТУ. — № 1 (55). — 2011. — С. 180—183.
3. Лисенко М.І. Удосконалення галузевої структури сільськогосподарських підприємств як один із факторів підвищення ефективності виробництва // Наукові праці КНТУ. Економічні науки / М.І. Лисенко, А.М. Лисенко. — Вип. 15. — 2009. — С. 286—292.
4. Микитюк В.М. Форми організації виробництва та оптимізація виробничої структури

скотарських підприємств / В.М. Микитюк, В.Є. Данкевич // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. — № 1 (51), Т. 14. — 2012. — С. 458—464.

5. Нелеп В.М. Планування на аграрному підприємстві: [підручник] / В.М. Нелеп. — [2-ге вид., перероб. та доп.]. — К.: КНЕУ, 2004. — 495 с.

6. Непран А.В. Совершенствование отраслевой структуры как фактор повышения эффективности сельскохозяйственного производства // Вісник ХНАУ. Сер. "Економіка АПК і природокористування". — 2004. — № 8. — С. 222—226.

7. Самілик Т.М. Оптимізація виробничо-галузевої структури аграрного підприємства / Т.М. Самілик // Економіка АПК. — № 24. — 2010. — С. 32—35.

8. Гаваза Є.В. Оптимізація галузевої спеціалізації підприємства-виробника органічної продукції / Є.В. Гаваза // Ефективна економіка. — 2014. — № 3 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=2835>

9. Хижняк В.М. Оптимізація галузевої структури для органічного землеробства на підприємстві / В.М. Хижняк // Інвестиції: практика та досвід. — 2012. — № 8. — С. 101—104. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd\\_2012\\_8\\_30](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2012_8_30)

10. Мінькова О.Г. Модель оптимального поєднання галузей у сільськогосподарському підприємстві за критерієм екологізації стратегій розвитку [Електронний ресурс] / О.Г. Мінькова // Наукові доповіді НУБіП України. — 2016. — № 4 (61). — Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/6953/6751>

11. Шмиголь Ю.В. Оптимальне поєднання галузей в умовах екобезпечного виробництва / Ю.В. Шмиголь, В.О. Красильний, О.М. Кощенко // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. — 2008. — Вип. 16. — Т. 3. — С. 392—395.

12. Мінькова О.Г. Оптимальне поєднання галузей за різного рівня екологізації землеробства / О.Г. Мінькова. — Полтава: Видавництво "Сімон". — 2016. — 122 с.

#### References:

1. Braslavets, M. E. and Kravchenko, R. G. (1972), *Matematicheskoe modelirovanie jekonomicheskikh processov v sel'skom hozjajstve* [Mathematical modeling of economic processes in agriculture], Kolos, Moscow, Russia.

2. Brodsk'kyj, Yu. V. and Dankevych, V. Ye. (2011), "Economic and mathematical model on

optimization of production structure of highly-marketable agricultural enterprises", *Visnyk ZhDTU*, vol. 1, no. 55, pp. 180—183.

3. Lysenko, M. I. and Lysenko, A. M. (2009), "Improvement of the sectoral structure of agricultural enterprises as one of the factors of enhancement of production efficiency", *Naukovi pratsi KNTU. Ekonomichni nauky*, vol. 15, pp. 286—292.

4. Mykytiuk, V. M. and Dankevych, V. Ye. (2012), "Forms of industrial organization and optimization of production structure of livestock enterprises", *Naukovyj visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Hzhys't'koho*, vol. 1, no. 51, tom. 14, pp. 458—464.

5. Nelep, V. M. (2004), *Planuvannia na ahrarnomu pidpryemstvi* [Planning at the agricultural enterprise], 2nd ed, KNEU, Kyiv, Ukraine.

6. Nepran, A. V. (2004), "Improvement of the sectoral structure as the factor of enhancement of agricultural production efficiency", *Visnyk KhNAU. Ekonomika APK i pryrodokorystuvannia*, vol. 8, pp. 222—226.

7. Samilyk, T. M. (2010), "Optimization of production and sectoral structure of agricultural enterprise", *Ekonomika APK*, vol. 24, pp. 32—35.

8. Havaza, Ye. V. (2014), "Optimization of sectoral specialization for organic producer", *Efektivna ekonomika* [Online], vol. 3, available at: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=2835> (Accessed 20 Sept 2018).

9. Khyzhniak, V. M. (2012), "Optimization of sectoral structure for organic farming at enterprise", *Investytsii: praktyka ta dosvid*, vol. 8, pp. 101—104.

10. Min'kova, O. H. (2016), "The model of optimum combination of agricultural production sectors at agricultural enterprise by the criterion of ecologization of development strategies", *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy* [Online], vol. 4, no. 61, available at: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/6953/6751> (Accessed 20 Sept 2018).

11. Shmyhol', Yu. V. Krasyl'nyj, V. O. and Koschenko, O. M. (2008), "Optimum combination of agricultural production sectors in conditions of ecologically-safe production", *Zbirnyk naukovykh prats' Podil's'koho derzhavnoho ahrarno-tekhnicnoho universytetu*, vol. 16, tom. 3, pp. 392—395.

12. Min'kova, O. H. (2016), *Optymal'ne poiednannia haluzej za riznoho rivnia ekolohizatsii zemlerobstva* [Optimum combination of agricultural production sectors at different levels of ecologization of agriculture], Simon, Poltava, Ukraine.

*Стаття надійшла до редакції 26.09.2018 р.*