

Марія Пушкіна,

молодший науковий співробітник лабораторії інноваційних технологій та експериментальних тваринницьких об'єктів

Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН України, 361013, м. Полтава, вул. Шведська Могила, 1

ORCID ID 0000-0001-5705-2977

e-mail: azulaniakris@gmail.com

БАГАТОКРИТЕРІЙНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА СВИНИНИ НА СЕРЕДНІХ ФЕРМАХ

Анотація

Розвиток науково-технічного прогресу в галузі свинарства нерозривно пов'язаний з постійним вдосконаленням технологічного обладнання, об'ємно-планувальних рішень будівель виробничого призначення і забудови ферм. Удосконалення форм і методів ведення свинарства по всьому світу здійснюється створенням великих ферм і комплексів. Для вибору найбільш раціонального для певних умов варіанту, необхідно застосовувати критерії, за якими варто порівнювати розглянуті варіанти. Правильний перелік критеріїв грає істотну роль у виборі оптимального рішення. Значна кількість різних технологій з великою різноманітністю технологічних засобів вимагає наявності та використання оціночних критеріїв, за допомогою яких можуть бути оцінені і обрані найбільш ефективні технології і найбільш раціональні проектно-технологічні рішення свинарських підприємств. Якщо для будівництва нових свиноферм і комплексів можливе застосування типових проектів, то для реконструкції і модернізації існуючих необхідний особистий підхід при проектуванні відповідно до технічного завдання. Актуальність завдань порівняльного аналізу, а також відбір визначається на попередній стадії шляхом розгляду досить широкої безлічі альтернативних варіантів проекту (або самих проектів). Причому їх детальний аналіз може привести до істотних витрат ресурсів і часу. У разі, якщо сформовано кілька інвестиційних проектів, причому кожен з яких за своїми фінансово-економічними показниками відповідає вимогам, що пред'являються (завершальний етап інвестиційних досліджень), також необхідно рішення задачі їх порівняльного аналізу, який пов'язаний з вибором одного найкращого проекту (варіанта) або деякої їх сукупності для подальшої реалізації. У тому випадку, якщо з портфеля проектів слід вибрати кілька кращих, то загальну суму фінансування з урахуванням можливостей інвестора можна визначити із застосуванням правила вибору по Парето. Згідно з цим правилом кращим буде той варіант, який за всіма показниками був би не гірше першого, і при цьому хоча б по одному показнику краще за нього. Оцінювання ефективності розроблених об'ємно-планувальних рішень здійснювалося з використанням математичних методів багатокритеріальної оптимізації. Було застосовано такі оціночні критерії: вартість площі, призначеної для виробництва м'яса; використання виробничої площі на одну середньорічну свиню; завантаженість площі станкової частини свинарника. Розраховані критерії оплати площі основного призначення виробництвом м'яса, використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню, використання станкової (корисної) площі свинарника та питомих витрат праці для проектів на 168, 200 та 200 основних свиноматок. Встановлено, що найбільш ефективним як з технологічної, так і з економічної точки зору є перший проект свиноферми, розрахований на 200 основних свиноматок.

Ключові слова: технологія, об'ємно-планувальне рішення, проект, оціночні критерії, ефективність, свинарство, свині.

Вступ. Свинарство в Україні було і наразі залишається національно ідентичною галуззю і за своєю значимістю традиційно посідає перше місце серед інших галузей тваринництва. У кризових ситуаціях саме свинарство нерідко ставало головним джерелом швидкого нарощування обсягів виробництва м'яса. Інтенсивне виробництво продукції свинарства висуває нові підвищені вимоги до технологічних особливостей ведення галузі. В останні роки в промисловому свинарстві поряд із загальним підвищенням інтенсивності виробництва відзначається загострення низки проблем. У першу чергу, це зниження збереженості молодняку, збільшення кількості аварійних опоросів та прохолостів у маточного поголів'я, зниження продуктивності відгодівельного молодняку тощо. Для подолання цих негативних тенденцій потрібна розробка нових інтенсивних технологічних рішень з питань створення оптимальних умов утримання, годівлі та системи селекційно-племінної роботи на малих, середніх та великих свинокомплексах [1, 2].

Одним із головних факторів, які впливають на результативність розвитку галузі свинарства, є впровадження нових вискоєфективних та ресурсозберігаючих технологій виробництва свинини не тільки на нових фермах і комплексах, а й на існуючих фермах із застарілими технологіями, використавши при цьому наявні приміщення, провівши їх реконструкцію і, таким чином, значно знизивши вартість будівельних робіт при створенні сучасних ферм [3, 4]. Як наслідок, важливого значення набуває раціональний вибір технологічних схем забудови свиноферм і комплексів, розробка об'ємно-планувальних рішень свинарських приміщень і нового обладнання для вентиляції, утримання, годівлі свиней та гноєвидалення [5, 6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз вітчизняного та світового досвіду виробництва свинини показує, що в сучасних умовах рентабельність та конкурентоспроможність виробництва продукції тваринництва може бути досягнута при застосуванні нових енерго- та ресурсозберігаючих технологій, що забезпечують підвищення продуктивності за рахунок повнішої реалізації генетичного потенціалу порід. Аналіз недоліків базових технологій та можливостей нових технологій показав необхідність удосконалення типових технологій, включаючи в них елементи мало стресових та розробки нових енерго- та ресурсозберігаючих технологій виробництва свинини. Це дозволить створити систему адаптивних технологій, реалізація яких можлива як із використанням серійних, так і перспективних технічних засобів. При цьому адаптивні технології будуть завжди індивідуальні, хоча вони ґрунтуються на базових типових технологіях, рекомендованих для масового застосування, або на нових, але перевірених у виробничих умовах [7, 8].

Останнім часом у всіх галузях сільського господарства розглядаються адаптивні технології виробництва. Адаптивні технології у тваринництві можна визначити як технології, які максимально можливою мірою враховують

сприятливі фактори та пом'якшують вплив несприятливих факторів у даних конкретних умовах функціонування підприємств при економному використанні всіх видів ресурсів. Застосування математичних методів є важливим напрямком удосконалення систем проектування та оптимізації діяльності підприємств та їхніх підрозділів. В процесі проектування складних об'єктів та систем, до яких відносяться і свинарські комплекси, необхідно розв'язувати типові задачі аналізу та синтезу. Найскладнішими є задачі синтезу, які, в багатьох випадках, зводяться до розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації [9, 10].

Під терміном – оптимізація, як правило, в розуміють процес, який дає можливість отримати найкраще рішення в заданих умовах. Слід зазначити що – найкраще рішення деякої задачі з точки зору певної особи, яка визначає, що це є саме – найкраще рішення, чи по іншому його називають оптимальне. З точки зору іншої особи, це рішення може бути вже не – найкраще, а близьке до оптимального. Наступним моментом вище наведеного визначення є те, що це отримане оптимальне рішення – в заданих умовах. В інших умовах отриманий результат вже може і не бути найкращим, оптимальним [11, 12].

Щоб зробити об'єктивний вибір технологічного планувального рішення при проведенні технологічних розрахунків свинарських підприємств, запропоновано кілька критеріїв, які найбільш повно характеризують об'єкт. Якщо вибране планувальне рішення не задовольняє вимогам, що пред'являються, то необхідно повернутися до технічного завдання і скорегувати його. Вибір необхідних технічних засобів проводиться з урахуванням специфіки здійснення кожного технологічного процесу виробництва продукції. При цьому загальна номенклатура технологічних процесів на фермах різного спрямування і спеціалізації в основному зберігається незмінною [13, 14, 15].

Багатокритеріальна оптимізація або оптимізація Парето – це область прийняття багатокритеріальних рішень, яка пов'язана з математичними задачами оптимізації, що включають більше однієї цільової функції для одночасної оптимізації. Вона дозволяє знаходити оптимальні рішення для різних груп завдань, у тому числі під час проектування та реконструкції свиногокомплексів [16, 17, 18, 19, 20, 21].

Мета – адаптація методів багатокритеріальної оптимізації для розв'язання задач з оптимізації проектування та реконструкції свиногокомплексів є актуальною. Саме тому метою наших досліджень було з використанням математичних методів багатокритеріальної оптимізації підвищити ефективність розробки об'ємно-планувальних рішень для виробництва свинини на середніх фермах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Обрахунок ефективності розроблених об'ємно-планувальних рішень проводився з використанням методів багатокритеріальної оптимізації з використанням методу Парето [9; 11; 12, 20, 21, 22, 23, 24, 25].

У дослідженні були використані наступні оціночні критерії: критерій оплати площі основного призначення виробництвом м'яса, критерій

використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню, критерій використання станкової (корисної) площі свинарника, критерій питомих витрат праці, критерій питомих витрат праці.

Розрахунок теоретичної ефективності свинарського підприємства, для функціонування в конкретних економічних умовах, проводився на підставі техніко-економічних показників закладених у технічному завданні та наступних оціночних критеріїв:

- критерій оплати площі основного призначення виробництвом м'яса (K_{KC}), характеризує високопродуктивне виробництво продукції на мінімальних виробничих площах основного призначення.

$$K_{KC} = \frac{Q_{P.M}}{S_B}, \text{ ц /м}^2 \quad (1)$$

де $Q_{P.M}$ - річне виробництво м'яса, ц;

S_B - виробнича площа основного призначення, м^2 .

- критерій використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню ($K_{u.n.j}$), характеризує раціональність використання і відповідність питомої площі на 1 голову технологічним нормам проектування.

$$K_{u.n.j} = \frac{S_{n.j}}{P_{c.p.j}} \quad (2)$$

де $S_{n.j}$ - загальна виробнича площа для утримання j -ої технологічної групи свиней, м^2 ;

$P_{c.p.j}$ - середньорічне поголів'я j -ої технологічної групи свиней, гол.

- критерій використання станкової (корисної) площі свинарника ($K_{C.T}$), характеризує ефективність використання виробничої площі, як відношення площі всіх станків до загальної площі свинарника:

$$K_{C.T} = \frac{S_{CT}}{S_{3AT}} \quad (3)$$

де $S_{C.T}$ - площа всіх станків, м^2 ;

S_{3AT} - загальна площа свинарника, м^2 .

- критерій питомих витрат праці ($K_{B.П}$) характеризує ефективність використання робочої сили при обслуговуванні поголів'я на свинофермі і визначається, як відношення всіх трудовитрат до обсягу виробленої продукції:

$$K_{B.П} = \frac{\sum Q_{Г.В.П}}{Q_{Г.М}}, \text{ люд.-г./ц.} \quad (4)$$

де $Q_{Г.В.П}$ - загальна сума витрат праці на обслуговування поголів'я, люд.-г.

Критерії для оцінки проектно-технологічних рішень свинарських підприємств застосовувались поетапно. Наведені вище критерії були використані на стадії передпроектних пропозицій, для вибору і затвердження

найбільш підходящого технологічного рішення.

У даному дослідженні не розглянуті економічні критерії та критерії, що враховують витрати води і кормів, вихід гною, витрату електроенергії і викиди виділень в навколишнє середовище.

Оціночні критерії теоретичної ефективності роботи свинарського підприємства, для функціонування в конкретних економічних умовах після її реконструкції розраховували на прикладі проекту на 168 основних свиноматок та 2 проектів на 200 основних свиноматок, розроблених Інститутом свинарства та АПВ НААН (табл. 1, рис. 1).

Таблиця 1

Постійне поголів'я свиней (168 основних свиноматок)

Показник	Гол.
Кнури - плідники	3
Умовно поросні свиноматки	29
Поросні свиноматки	73
Підсисні свиноматки	35
Холості свиноматки та ремонтні свинки	45
Поросята сисунки	423
Поросята на дорощуванні	517
Свині на відгодівлі	937
Всього постійного поголів'я	2062

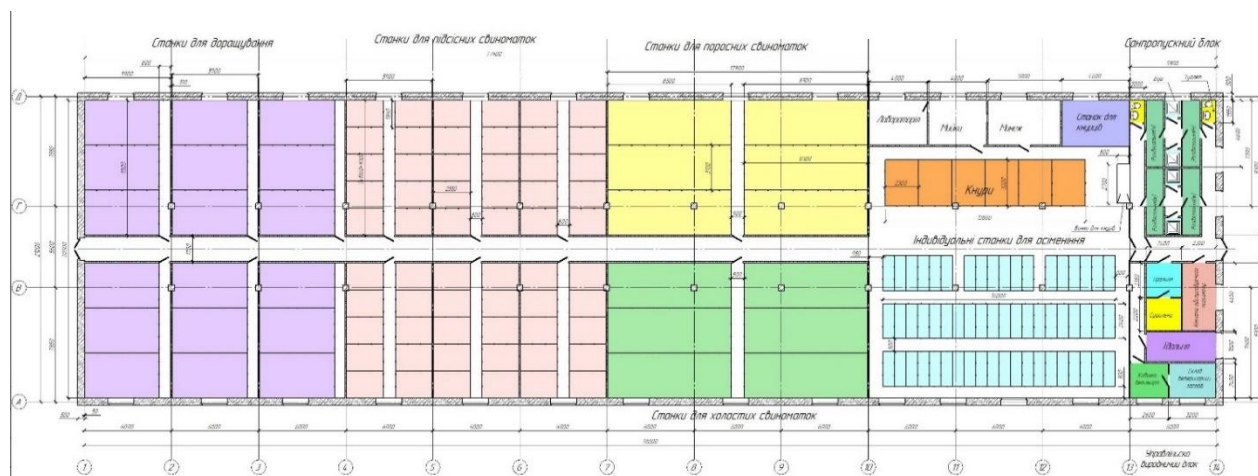


Рисунок 1. План розташування станків (рисунок авторів)

За рік на комплексі було заплановано одержання від 168 свиноматок (з врахуванням коефіцієнту заплідненості свиноматок) 320 опоросів та 3840 поросят. Заплановане поголів'я молодняку на дорощуванні буде становити 3648 голів, на відгодівлю може бути поставлено, за даними технічного завдання та

розрахунків, - 3575 голів (табл. 2, рис. 2).

Критерій оплати площі основного призначення виробництвом м'яса (K_{KC}):

Річне виробництво м'яса $Q_{P.M} = 2145$ ц.

Виробнича площа основного призначення $S_B = 974,16$ м².

(Для обрахунку використовувались середні показники виходу м'яса з туші).

$K_{KC} = 2,2$ ц/м²

- Критерій використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню ($K_{u.n.j}$):

$K_{u.n}$ (кнур) - 7,36;

$K_{u.n}$ (холості та ремонтні свинки) – 3,36;

$K_{u.n}$ (поросні свиноматки) – 2,08;

$K_{u.n}$ (підсисні свиноматки) – 7,68;

$K_{u.n}$ (дорощування) - 0,61.

При зіставленні отриманих даних з нормами площ і розмірів основних технологічних елементів будівель видно, що всі розміри підібрані вірно. Можлива похибка розрахунків та елементів креслення залежить від будівлі, що реконструюють, і складає не більше 5 %.

Критерій використання станкової (корисної) площі свинарника ($K_{C.T}$): 0,67.

Критерій питомих витрат праці ($K_{B.П}$): 1,01 люд.-г./ц.

Таблиця 2

Постійне поголів'я свиней (200 основних свиноматок)

Показник	Гол.
Кнури - плідники	4
Умовно поросні свиноматки	36
Поросні свиноматки	91
Підсисні свиноматки	44
Холості свиноматки та ремонтні свинки	56
Поросята сисуні	526
Поросята на дорощуванні	643
Свині на відгодівлі	1166
Всього постійного поголів'я	2567

За рік на комплексі було заплановано одержання від 200 свиноматок (з врахуванням коефіцієнту заплідненості свиноматок) 400 опоросів та 4800 поросят. Заплановане поголів'я молодняку на дорощуванні буде становити 4560 голів, на відгодівлю може бути поставлено, за даними технічного завдання та розрахунків, – 4469 голів.

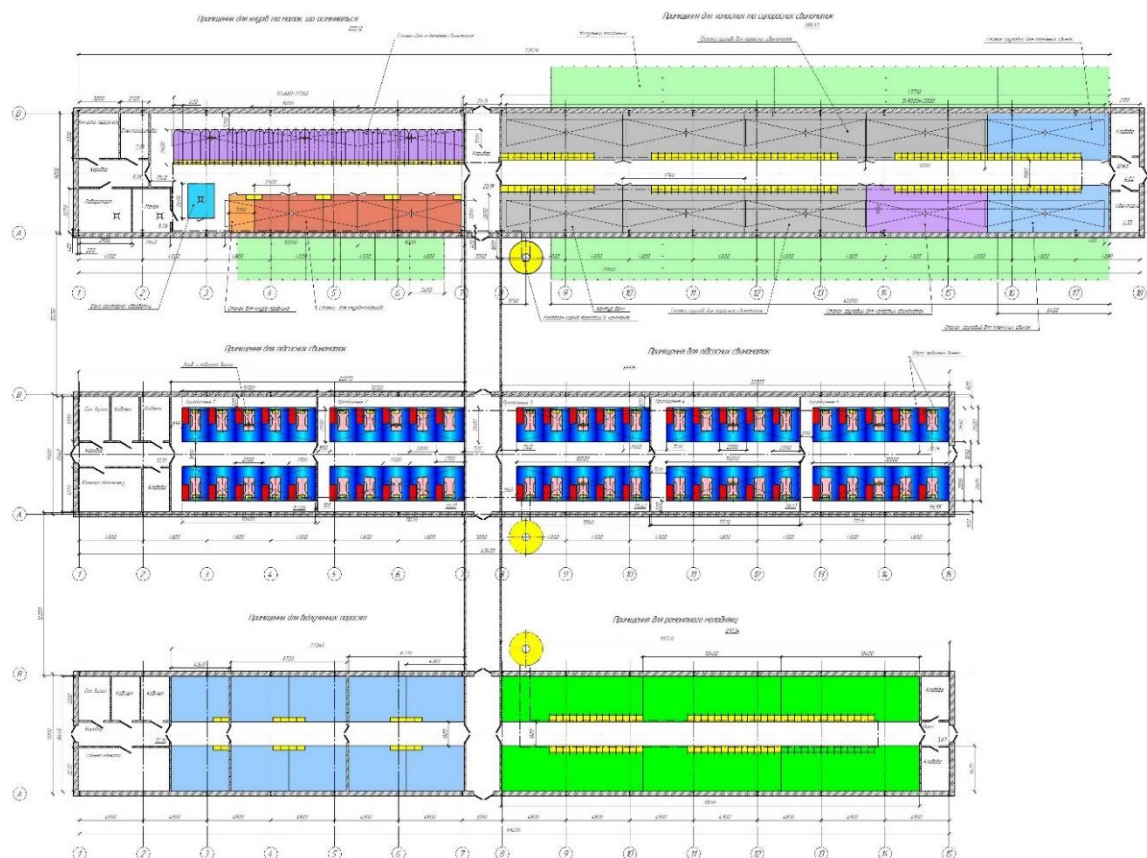


Рисунок 2. План розташування станків (рисунок авторів)

Критерій оплати площі основного призначення виробництвом м'яса ($K_{К.С}$) :

Річне виробництво м'яса $Q_{Р.М} = 2682$ ц.

Виробнича площа основного призначення $S_B = 924,09 \text{ м}^2$.

(Для обрахунку використовувались середні показники виходу м'яса з туші).

$$K_{К.С} = 2,9 \text{ ц/м}^2$$

Критерій використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню ($K_{u.n.j}$) :

$K_{u.n}$ (кнур) - 7,28;

$K_{u.n}$ (холості та ремсвинки) – 4,39;

$K_{u.n}$ (поросні свиноматки) – 2,15;

$K_{u.n}$ (підсисні свиноматки) – 5,85.

При зіставленні отриманих даних з нормами площі і розмірів основних технологічних елементів будівель [1, 26] видно, що всі розміри підбрані вірно. Можлива похибка розрахунків та елементів креслення залежить від будівлі, що реконструюють, і складає не більше 5 %.

Критерій використання станкової (корисної) площі свинарника ($K_{С.Т}$): 0,56.

Критерій питомих витрат праці ($K_{В.П}$) : 0,85 люд.-г./ц.

За рік на комплексі було заплановано одержання від 200 свиноматок 400 опороси та 4800 порослят. Заплановане поголів'я молодняку на дорощуванні

буде становити 4560 голів, на відгодівлю може бути поставлено, за даними технічного завдання та розрахунків, – 4469 голів (табл. 3, рис. 3).

Таблиця 3

Постійне поголів'я свиней (200 основних свиноматок)

Показник	Гол.
Кнури - плідники	4
Умовно поросні свиноматки	36
Поросні свиноматки	91
Підсисні свиноматки	45
Холості свиноматки та ремонтні свинки	55
Поросята сисуні	546
Поросята на дорощуванні	637
Свині на відгодівлі	1142
Всього постійного поголів'я	2555

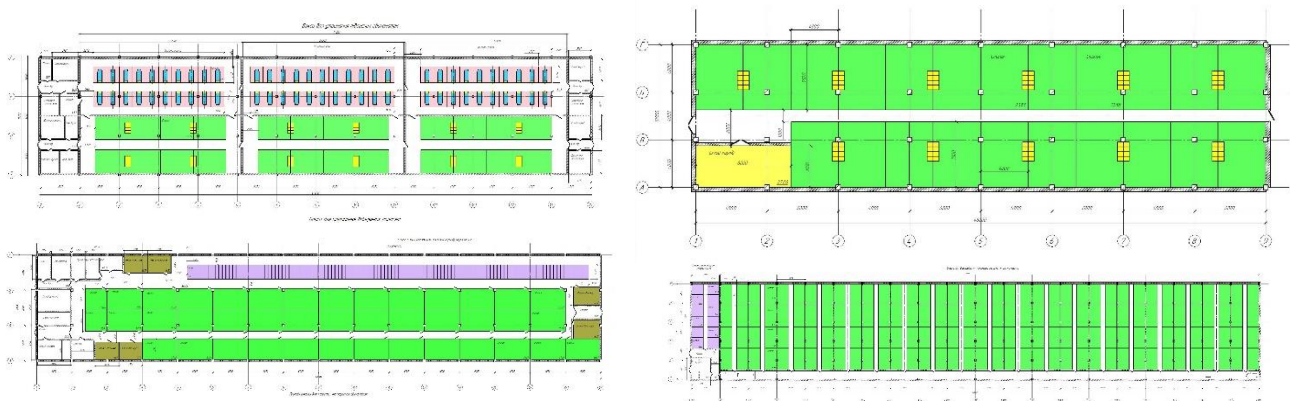


Рис. 3. План розташування станків

* – На базі даного комплексу є окремий цех дорощування для інших ферм, тому при підрахунках даного критерія отримані дані не співпадають з чинними нормативними документами [1, 26];

Критерій оплати площі основного призначення виробництвом м'яса (K_{KC}):

Річне виробництво м'яса $Q_{P.M} = 2682$ ц.

Виробнича площа основного призначення $S_B = 1624,12$ м².

(Для обрахунку використовувались середні показники виходу м'яса з туші).

$$K_{KC} = 1,7 \text{ ц/м}^2$$

- Критерій використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню ($K_{u.n.j}$):

$K_{u.n}$ (кнури) – 11,82;

$K_{u.n}$ (холості та ремсвинки) – 15,36*

$K_{u.n}$ (поросні свиноматки) – 1,8;

$K_{u.n}$ (підсисні свиноматки) – 6,61.

$K_{u.n}$ (відлучення) – 0,75

При зіставленні отриманих даних з нормами площ і розмірів основних технологічних елементів будівель видно, що всі розміри підібрані вірно. Можлива похибка розрахунків та елементів креслення залежить від будівлі, що реконструюють, і складає не більше 5 %.

Критерій використання станкової (корисної) площі свинарника ($K_{C.T}$): 0,66.

Критерій питомих витрат праці ($K_{B.П}$): 0,84 люд.-г./ц.

Критерій оплати площі основного призначення виробництвом м'яса ($K_{K.C}$) був розрахований, виходячи з даних на кресленні та технічному завданні. З таблиці 4 видно, що за цим критерієм найбільш економічно та технологічно правильним є перший проект на 200 основних свиноматок. Цей критерій найбільш повно відображає технологічну ефективність проектно технологічних рішень свинарських підприємств. Чим вище значення цього критерію, тим вище ефективність виробництва. Цей показник коливається в межах від 0,9 до 2.

Таблиця 4

Основні техніко-економічні показники проектів середніх ферм

К-ть основних св.-ток	Показники								
	$K_{K.C.}$ ц/м ²	$K_{u.p.}$						$K_{C.T.}$	$K_{B.П.}$ люд.-г./ц
		Кнур и	Холост і св.-ки	Поросн і св.-ки	Відгодівля	Підсисні	Дорошування		
168	2,2	7,36	3,36	2,08	-	7,68	0,61	0,67	1,01
200	2,9	7,28	4,39	2,15	-	5,85	-	0,56	0,85
200	1,7	11,8	15,3	1,8	-	6,61	0,75	0,64	1,26

Критерій використання кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню ($K_{и.п.j}$) був розрахований виходячи з загальної виробничої площі для утримання різних технологічних груп свиней та середньорічного поголів'я відповідних технологічних груп. При використанні цього критерію необхідно враховувати, що питома площа на одну голову для всіх статевовікових груп свиней не може бути нижче рекомендованої. Завищені показники питомої площі ведуть до нераціонального використання площі, в наслідок чого підвищується забрудненість станків для утримання свиней і збільшується вартість будівництва або реконструкції свиногомплексу.

Критерій використання станкової (корисної) площі свинарника ($K_{C.T.}$) був розрахований, виходячи з площі всіх станків та загальної площі свинарника. Чим вище цей критерій, тим вище ефективність використання внутрішнього простору свинарника. Технологічні коридори не повинні бути більше рекомендованих нормами розмірів для більш раціонального використання

площі. З таблиці 1 видно, що за цим критерієм найбільш ефективним є проект на 168 основних свиноматок. Це пов'язано з тим, що площа допоміжних приміщень є нормованою та практично не змінюється в залежності від кількості поголів'я, тобто є величина фіксована, тоді як зі зменшенням поголів'я зменшується корисна площа.

Критерій питомих витрат праці ($K_{в.п}$) був розрахований, виходячи з загальної суми витрат праці на обслуговування поголів'я та річного виробництва м'яса. В даний час є тенденція по максимальній автоматизації всіх технологічних процесів у виробництві і відповідно, скорочення витрат праці, тому найбільш ефективним є перший проект на 200 основних свиноматок.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Розраховані критерії для оцінки ефективності використання площі основного призначення у виробництві м'яса включали аналіз кількості виробничої площі на одну середньорічну свиню, використання корисної площі свинарників та питомих витрат праці. У рамках дослідження були розглянуті один проект на 168 основних свиноматок і два проекти на 200 основних свиноматок.

За результатами аналізу, проект із 200 основними свиноматками виявився найбільш ефективним, згідно з визначеними техніко-економічними показниками.

На основі отриманих даних встановлено, що проект створення свиноферми на 200 основних свиноматок є оптимальним як з економічної, так і технологічної точок зору. Це підтверджується такими критеріями, як рівень витрат на оплату площі виробничого призначення та відповідністю інших техніко-економічних показників встановленим нормам.

Використання запропонованої методики надає можливість здійснювати порівняння різних об'ємно-планувальних рішень і відбирати оптимальні варіанти залежно від конкретних умов і вимог.

Застосування багатофакторних методів розрахунку дозволяє проводити детальний відносний аналіз конкуруючих проектів, що сприятиме прийняттю обґрунтованих рішень щодо економічно доцільного будівництва або реконструкції свиноферм.

Список використаної літератури

1. Відомчі норми технологічного проектування. Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми): ВНТП-АПК-02.05. Київ: Мінагрополітики, 2005. 98 с
2. Волощук В.М. Теоретичне обґрунтування і створення конкурентоспроможних технологій виробництва свинини: монографія. Полтава : Фірма «Техсервіс», 2012. 350 с.
3. Волощук В. М., Смыслов С. Ю., Підтереба О. І. Ксьонз І. М. Об'ємно-планувальні та технологічні рішення реконструкції приміщень при переведенні свинарства на поточкову систему виробництва. *Свинарство*. 2017. Вип. 70. С. 11–19.
4. Волощук В.М. Теоретичне обґрунтування і створення конкурентоспроможних технологій виробництва свинини. Рукопис. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук. Херсон, 2009.

5. Лихач В. Я. Обґрунтування, розробка та впровадження інтенсивнотехнологічних рішень у свинарстві: дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.02.04 / Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв, 2015. 478 с
6. Підтереба О.І., Смыслов С.Ю., Сокирко М.П. Ефективність нових технологічних рішень при реконструкції свинарських племінних ферм. *Зб. наук. пр. Подільського держ. аграр.-техніч. ун-ту*. Кам'янець-Подільський, 2013. Вип. 21. С. 221–222. (Серія «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»).
7. Обґрунтування, розробка та впровадження інтенсивно-технологічних рішень у свинарстві: монографія / В.Я. Лихач. Миколаїв: МНАУ, 2016. 227 с. ISBN 978-617-7149-20-9
8. Особливості проектування свиноферм в сучасних умовах / В. Ю. Дудін [та ін.] // *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка*. Харків, 2013. Вип. 132: Технічні системи і технології тваринництва. С. 365-371.
9. Івченко Р.А., Купін А.І. Дослідження методів багатокритеріальної оптимізації для вибору обладнання або деталей на виробництві. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Інформатика, обчислювальна техніка та автоматизація*. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.1-1/11>
10. Радченко В.І. Технологія - наука про виробництво свинини. Технологія виробництва продукції свинарства. *Хомутецький ВТК ПДАА*, 2017. URL: <http://svinarstvohvtk.blogspot.com/2017/03/3.html>
11. Теслюк В.М., Загарюк Р.В. Методи багатокритеріальної оптимізації: Ч.1. Конспект лекцій з курсу – Методи багатокритеріальної оптимізації для студентів спеціальності 8.05010103 – Системне проектування. – Львів: Видавництво Національного університету – Львівська політехніка, 2012. – 64 с.
12. Dodgson J. S., Spackman M., Pearman A., & Phillips L. D. *Multi-criteria analysis: A manual*. London: Department for Communities and Local Government. 2009. 168 p.
13. Економіко-математичне моделювання в сільському господарстві: навч. посібник / Н. К. Васильєва. Дніпропетровськ: Біла К. О., 2015. 155 с.
14. Lene Juul Pedersen, Chapter 1 - Overview of commercial pig production systems and their main welfare challenges, Editor(s): Marek Špinka, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, *Advances in Pig Welfare*, Woodhead Publishing, 2018, Pages 3-25, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101012-9.00001-0>.
15. Технологія виробництва і переробки продукції свинарства: навчальний посібник / М. Повод, О. Бондарська, В. Лихач, С. Жижка, В. Нечмілов та ін. – Київ: Науково методичний центр ВФПО, 2021. – 360 с
16. Alex A. Freitas. 2004. A critical review of multi-objective optimization in data mining: a position paper. *SIGKDD Explor. Newsl.* 6, 2 (December 2004), 77–86. <https://doi.org/10.1145/1046456.1046467>
17. Florence Garcia-Launay, Cécile Crolard, E. Teisseire, Mohsen Davoudkhani, Joël Aubin. Multiobjective feed formulation for pig: methodological approach and application. 70. Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP), Aug 2019, Gand, Belgium. Wageningen Academic Publishers, Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 25, 2019, Annual Meeting of the European Association for Animal Production. (hal-02306201)
18. Kasprzak, E., Lewis, K. Pareto analysis in multiobjective optimization using the collinearity theorem and scaling method. *Struct Multidisc Optim* 22, 2001. P. 208–218. <https://doi.org/10.1007/s001580100138>
19. Mohebalizadehgashti, F., Zolfagharinia, H., & Amin, S. H. (2019). Designing a Green Meat Supply Chain Network: A Multi-objective Approach. *International Journal of Production Economics*. doi:10.1016/j.ijpe.2019.07.007

20. Nyoman Gunantara Qingsong Ai (Reviewing editor) A review of multi-objective optimization: Methods and its applications. *Cogent Engineering*. 2018. 5:1, DOI: [10.1080/23311916.2018.1502242](https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1502242)
21. Yunfei Jia, Zhaohui Zhang, Zejun He, Panpan Zhu, Yibei Zhang, Tianhua Sun Production Efficiency Prediction of Pig Breeding Industry by Optimized LSTM Computer Algorithm under Environmental Regulation. *Scientific Programming*. vol. 2021. Article ID 3074167, 12 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/3074167>
22. Petchrompo S., Coit D.W., Brintrup A., Wannakrairot A., Parlikad A.K. A review of Pareto pruning methods for multi-objective optimization. *Computers and Industrial Engineering*. 2022. 167, art. no. 108022 <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108022>
23. Czajkowski, M., Kretowski, M. A multi-objective evolutionary approach to Pareto-optimal model trees. 2019. *Soft Compu.* 23, 1423–1437 p. <https://doi.org/10.1007/s00500-018-3646-3>
24. Groot, J. C. J., Oomen, G. J. M., & Rossing, W. A. H. Multi-objective optimization and design of farming systems. 2012. *Agricultural Systems*, 110, 63–77. doi:10.1016/j.agsy.2012.03.012
25. Tamaki H., Kita H. and Kobayashi S. Multi-objective optimization by genetic algorithms: a review. *Proceedings of IEEE International Conference on Evolutionary Computation*, Nagoya, Japan, 1996, pp. 517-522, doi: 10.1109/ICEC.1996.542653.
26. Germán Giner Santonja, Konstantinos Georgitzikis, Bianca Maria Scalet, Paolo Montobbio, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485

Maria Pushkina,

junior researcher at the laboratory of innovative technologies and experimental livestock facilities

Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Poltava, Ukraine

ORCID ID 0000-0001-5705-2977

e-mail: azulaniakris@gmail.com

MULTICRITERIA OPTIMISATION OF PORK PRODUCTION TECHNOLOGY ON MEDIUM-SIZED FARMS

Abstract

The development of scientific and technological progress in the field of pig production is inextricably linked to the continuous improvement of technological equipment, space-planning solutions for industrial buildings and farm development. Large-scale farms and complexes are being built to improve the forms and methods of pig production around the world. In order to choose the most rational option for certain conditions, it is necessary to apply criteria by which to compare the options under consideration. The right list of criteria plays a significant role in choosing the best solution. A large number of different technologies with a wide variety of technological means requires the availability and use of evaluation criteria that can be used to assess and select the most efficient technologies and the most rational design and technological solutions for pig farms. While standard designs can be used for the construction of new pig farms and complexes, the reconstruction and modernisation of existing ones requires a personal approach to designing in accordance with the terms of reference. The selection of a project for further financing takes place in several stages. The relevance of the benchmarking tasks, as well as the selection, is determined at the preliminary stage by considering a fairly wide range of project alternatives (or projects themselves). Moreover, their detailed analysis can lead to significant expenditure of resources and time. If several investment projects have been formed, and each of

them meets the requirements in terms of its financial and economic indicators (the final stage of investment research), it is also necessary to solve the problem of their comparative analysis, which is associated with the selection of one best project (option) or some combination of them for further implementation. If several best projects are to be selected from the portfolio, the total amount of financing, taking into account the investor's capabilities, can be determined by applying the Pareto selection rule. According to this rule, the best option would be the one that would be no worse than the first one in all respects, and at the same time at least one indicator better than it. The efficiency of the developed space-planning solutions was assessed using mathematical methods of multi-criteria optimisation. The following evaluation criteria were applied: the cost of the area intended for meat production; the use of production area per average pig; and the workload of the machine part of the pigsty. The criteria for payment for the area intended for meat production, the use of the amount of production area per average annual pig, the use of the machine (useful) area of the pigsty and specific labour costs for projects for 168, 200 and 200 main sows were calculated. Based on the data obtained, it was found that the most efficient from both technological and economic points of view is the first project of a pig farm designed for 200 main sows.

Keywords: *technology, space-planning solution, project, evaluation criteria, efficiency, pig breeding, pigs.*

Reference

1. Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannya. Svyars'ki pidpryyemstva (kompleksy, fermi, mali fermi): VNTP-APK-02.05. [Departmental standards for technological design. Pig enterprises (complexes, farms, small farms): VNTP-APK-02.05.] Kyiv: Ministry of Agrarian Policy, 2005. 98 p.
2. Voloshchuk V.M. Teoretychne obgruntuvannya i stvorennia konkurentospromozhnykh tekhnolohiy vyrobnytstva svynyny: monohrafiya. [Theoretical justification and creation of competitive pork production technologies: monograph.] Poltava: LLC "Techservice Company", 2012. 350 p.
3. Voloshchuk V. M., Smyslov S. YU., Pidtereba O. I. Ks'oniz I. M. Ob'yemno-planuvani ta tekhnolohichni rishennia rekonstruktsiyi prymyshchen' pry perevedenni svynarstva na potokovu systemu vyrobnytstva [Volumetric planning and technological solutions for the reconstruction of premises when transferring pig farming to a flow production system] PIG BREEDING. 2017. Vol. 70. P. 11–19.
4. Voloshchuk V.M. Teoretychne obgruntuvannya i stvorennia konkurentospromozhnykh tekhnolohiy vyrobnytstva svynyny [Theoretical substantiation and creation of competitive pork production technologies] Manuscript. Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. Kherson, 2009.
5. Lykhach V.YA. Obgruntuvannya, rozrobka ta vprovadzhennia intensyvno-tekhnolohichnykh rishen' u svynarstvi [Justification, development and implementation of intensive technological solutions in pig farming]: Dissertation ... Doctor of Agricultural Sciences: 06.02.04 / Mykolaiv National Agrarian University. Mykolaiv, 2015. 478 p
6. Pidtereba O. I., Smyslov S. YU., Sokyrko M. P. Efektyvnist' novykh tekhnolohichnykh rishen' pry rekonstruktsiyi svynars'kykh plemynnykh ferm. [Effectiveness of new technological solutions in the reconstruction of pig breeding farms] Collection of scientific works of Podolsk State Agrarian and Technical University. Kamianets-Podilskyi, 2013. Issue 21. PP. 221–222. (Series "Technology of production and processing of livestock products").
7. Obgruntuvannya, rozrobka ta vprovadzhennia intensyvno-tekhnolohichnykh rishen' u svynarstvi : monohrafiya [Justification, development and implementation of intensive technological solutions in pig farming: monograph] / V. Ya. Lykhach. Mykolaiv: MNAU, 2016. 227 p. ISBN 978-617-7149-20-9
8. Osoblyvosti proektuvannya svynofarm v suchasnykh umovakh [Features of designing pig farms in modern conditions] / V. Yu. Dudin [et al.]. Bulletin of the Kharkiv National Technical

University of Agriculture named after Petro Vasylenko. Kharkiv, 2013. Issue 132: Technical systems and technologies of livestock farming. P. 365-371.

9. Ivchenko R.A., Kupin A.I. Doslidzhennya metodiv bahatokryterial'noyi optymizatsiyi dlya vyboru obladnannya abo detaley na vyrobnytstvi. [Research of multi-criteria optimization methods for the selection of equipment or parts in production.] Scientific notes of the V.I. Vernadsky TNU. Series: Technical Sciences. Informatics, Computer Engineering and Automation. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.1-1/11>

10. Radchenko V.I. Tekhnolohiya - nauka pro vyrobnytstvo svynyny. Tekhnolohiya vyrobnytstva produktsiyi svynarstva. [Technology - the science of pork production. Technology of pig production.] Khomutetsk VTK PDAA, 2017. URL: <http://svinarstvohvbk.blogspot.com/2017/03/3.html>

11. Teslyuk V.M., Zaharyuk R.V. Metody bahatokryterial'noyi optymizatsiyi: CH.1. Konspekt lektsiy z kursu – Metody bahatokryterial'noyi optymizatsiyi dlya studentiv spetsial'nosti 8.05010103 – Systemne proektuvannya. [Multi-criteria optimization methods: Part 1. Lecture notes for the course – Multi-criteria optimization methods for students of the specialty 8.05010103. System design] Lviv: Publishing House of the National University – Lviv Polytechnic, 2012. – 64 p.

12. Dodgson J. S., Spackman M., Pearman A., & Phillips L. D. (2009). *Multi-criteria analysis: A manual*. London: Department for Communities and Local Government.

13. Ekonomiko-matematychne modelyuvannya v sil's'komu hospodarstvi: navch. posibnyk [Economic and mathematical modeling in agriculture: a textbook] / N. K. Vasilyeva. Dnipropetrovsk: Bila K. O., 2015. 155 p.

14. Lene Juul Pedersen, Chapter 1 - Overview of commercial pig production systems and their main welfare challenges, Editor(s): Marek Špinka, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Advances in Pig Welfare, Woodhead Publishing, 2018, Pages 3-25, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101012-9.00001-0>.

15. Tekhnolohiya vyrobnytstva i pererobky produktsiyi svynarstva: navchal'nyy posibnyk [Technology of production and processing of pig products: a training manual] / M. Povod, O. Bondarska, V. Lykhach, S. Zhyzhka, V. Nechmilov and others. Kyiv: Scientific Methodological Center of the VFPO, 2021. 360 p.

16. Alex A. Freitas. 2004. A critical review of multi-objective optimization in data mining: a position paper. SIGKDD Explor. Newsl. 6, 2 (December 2004), 77–86. <https://doi.org/10.1145/1046456.1046467>

17. Florence Garcia-Launay, Cécile Crolard, E. Teisseire, Mohsen Davoudkhani, Joël Aubin. Multiobjective feed formulation for pig: methodological approach and application. 70. Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP), Aug 2019, Gand, Belgium. Wageningen Academic Publishers, Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 25, 2019, Annual Meeting of the European Association for Animal Production. (hal-02306201)

18. Kasprzak, E., Lewis, K. Pareto analysis in multiobjective optimization using the collinearity theorem and scaling method. *Struct Multidisc Optim* 22, 208–218 (2001). <https://doi.org/10.1007/s001580100138>

19. Mohebalizadehgashti, F., Zolfagharinia, H., & Amin, S. H. (2019). Designing a Green Meat Supply Chain Network: A Multi-objective Approach. *International Journal of Production Economics*. doi:10.1016/j.ijpe.2019.07.007

20. Nyoman Gunantara Qingsong Ai (Reviewing editor) (2018) A review of multi-objective optimization: Methods and its applications, *Cogent Engineering*, 5:1, DOI: [10.1080/23311916.2018.1502242](https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1502242)

21. Yunfei Jia, Zhaohui Zhang, Zejun He, Panpan Zhu, Yibei Zhang, Tianhua Sun, "Production Efficiency Prediction of Pig Breeding Industry by Optimized LSTM Computer Algorithm under Environmental Regulation", *Scientific Programming*, vol. 2021, Article ID 3074167, 12 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/3074167>

22. A review of Pareto pruning methods for multi-objective optimization Petchrompo S., Coit D.W., Brintrup A., Wannakrairot A., Parlikad A.K. (2022) *Computers and Industrial Engineering*, 167, art. no. 108022 <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108022>.
23. Czajkowski, M., Kretowski, M. (2019). A multi-objective evolutionary approach to Pareto-optimal model trees. *Soft Computing*. Vol. 23, pp. 1423–1437. <https://doi.org/10.1007/s00500-018-3646-3>
24. Groot, J. C. J., Oomen, G. J. M., & Rossing, W. A. H. (2012). Multi-objective optimization and design of farming systems. *Agricultural Systems*, 110, 63–77. doi:10.1016/j.agsy.2012.03.012
25. Tamaki H., Kita H. and Kobayashi S., "Multi-objective optimization by genetic algorithms: a review," Proceedings of IEEE International Conference on Evolutionary Computation, Nagoya, Japan, 1996, pp. 517-522, doi: 10.1109/ICEC.1996.542653.
26. Germán Giner Santonja, Konstantinos Georgitzikis, Bianca Maria Scalet, Paolo Montobbio, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho; Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485

Стаття надійшла до редакції 14 червня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 19 червня 2025 року.

Стаття опублікована 30 червня 2025 року.