

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В КЕРУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В СВИНАРСТВІ

О. О. Семенов, аспірант

E-mail: fanfan777@ukr.net

М. Л. Лисиченко, доктор технічних наук, професор

E-mail: lprlysychenko@ukr.net

Ю. М. Хандола, кандидат технічних наук, доцент

E-mail: xandola@ukr.net

Державний біотехнологічний університет

Анотація. Основною проблемою галузі впродовж двох останніх десятиріч є зменшення поголів'я свиней і виробництва продукції свинарства в Україні. Найбільших втрат зазнало промислове свинарство, відповідно статистичних даних кількість поголів'я зменшилося в 3,6 рази, при цьому частка особистих господарств становить 49 % від всього поголів'я. Через нетехнологічні способи вирощування тварин показники середньодобових приростів і виходу життєздатного потомства на одну свиноматку в Україні значно нижче світових. Тому подальший розвиток свинарства пов'язують з проведенням технічної і технологічної реконструкції галузі за рахунок будівництва нових і глибокої реконструкції свинарників, модернізації або заміни технології утримання тварин. Для цього необхідно застосовувати інноваційні ресурсозберігаючі технології, спрямовані на інтенсифікацію процесу вирощування на основі використання власної кормової бази та перехід на виробничий цикл 182-189 днів з відлученням поросят у 21-35 днів, дорощуванням протягом 40-56 днів та відгодівлею 105-112 днів.

Мета дослідження - розробка автоматизованої системи для керування в реальному часі технологічними процесами підтримання параметрів мікроклімату, дозування роздачі корму або кормових сумішей і процесом опромінення ультрафіолетовим випромінюванням свиней в приміщенні свинарника при утриманні тварин різного віку завдяки використанню комплексної пересувної установки для отримання інформації про біофізичні характеристики тварин в кожному боксі приміщення.

Авторами запропоноване технічне рішення, яке побудоване на основі використання «теорії розпізнання образів», визначення геометричних розмірів тварин за допомогою метода стереопсиса. Конструкція комплексної установки дозволяє пересуватися один раз на добу, рекомендовано в перерву після обідньої роздачі корму, коли тварини відпочивають.

Ключові слова: *інформаційні технології, молодняк свиней, ультрафіолетове випромінювання, опромінювальні установки, автоматичне керування, розпізнання образів*

Актуальність. Основною проблемою галузі за останні 20 років є значне скорочення поголів'я свиней і обсягів продукції свинарства. Так, найбільших втрат зазнало промислове свинарство, зокрема кількість поголів'я в цих господарствах зменшилось майже у 3,6 рази. При цьому частка особистих господарств населення становить майже 50% від загального існуючого поголів'я свиней в Україні. Аналіз показує, що через нетехнологічні способи вирощування тварин показники середньодобових приростів і виходу життєздатного потомства в розрахунку на одну свиноматку в Україні значно нижчі аналогічних світових показників, а втрати тварин навпаки у кілька разів вищі. Це збільшує термін вирощування тварин на м'ясо до року (у розвинених країнах цей показник не перевищує 6 місяців). Причому відомі поодинокі випадки нового будівництва або реконструкції старих свинарників практично не впливають загалом на збільшення поголів'я свиней в Україні [1,2].

З іншого боку, подальший розвиток галузі свинарства за рахунок переходу на сучасні технології спрямованих на отримання прибутку і розширення можливостей для функціонування агрофірм, дрібнотоварних виробників і інших обслуговуючих кооперативів. У системі подальшого розвитку дрібнотоварного виробництва та особистих господарств населення необхідно виходити з таких позицій, а саме: передбачається фінансова підтримка свинарства за рахунок коштів державного бюджету. Крім того, заплановано відшкодування 50% інвестиційних капіталовкладень у будівництво та реконструкцію тваринницьких ферм та впровадження енергозберігаючих технологій на 5,9 млрд грн.

Тому подальший розвиток свинарства пов'язують з проведенням технічної і технологічної реконструкції галузі за рахунок будівництва нових і глибокої реконструкції свинарників, модернізації або заміни технології утримання тварин. Для цього необхідно застосовувати інноваційні ресурсозберігаючі технології, спрямовані на інтенсифікацію процесу вирощування на основі використання власної

кормової бази та перехід на виробничий цикл 182-189 днів з відлученням поросят у 21-35 днів, дорощуванням протягом 40-56 днів та відгодівлею 105-112 днів [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Утримання тварин в закритих приміщеннях протягом всього періоду відгодівля вимагає створення комфортних умов утримання і забезпечення штучного мікроклімату з дотриманням температурно-вологісних показників, параметрів світлового мікроклімату і дозування кормів в місцях розміщення тварин різного віку та відповідно різних геометричних розмірів і відповідно – ваги (рис.1).

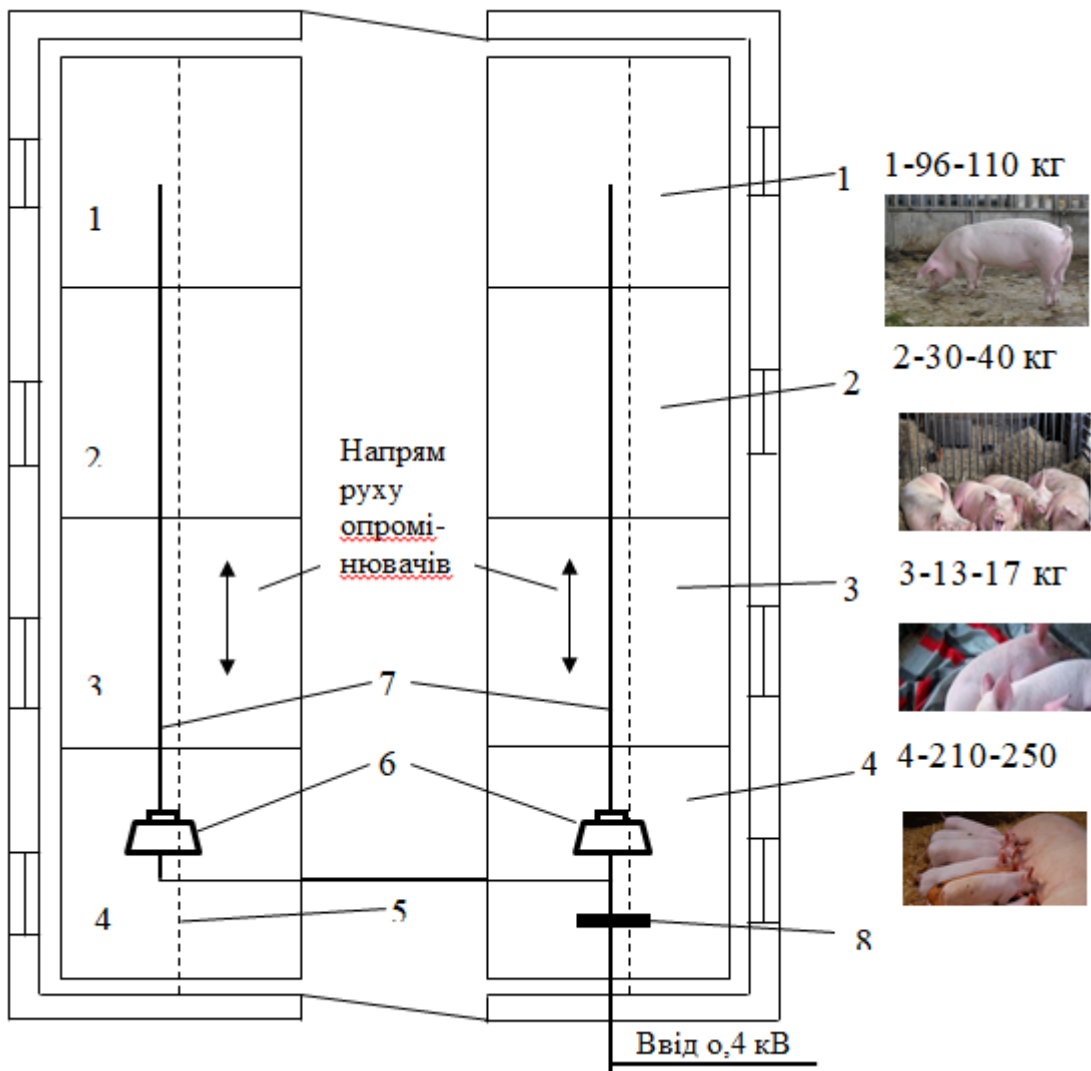


Рис. 1. Схема розміщення тварин в боксах свинарника і комплексної установки

Практика експлуатації свиноферм показує що підтримання нормованих значень температури і вологості та зниження концентрації аміаку і відповідно вуглекислого

газу в містах розміщення тварин забезпечує ефективне засвоєння кормів, і набір живої ваги при відгодівлі в свинарнику. Використання рекуперативної вентиляційної установки з витяжними вентиляторами дозволяє підтримувати рекомендовані параметри для кожної секції станків для утримання поросят (рис.2) [4].

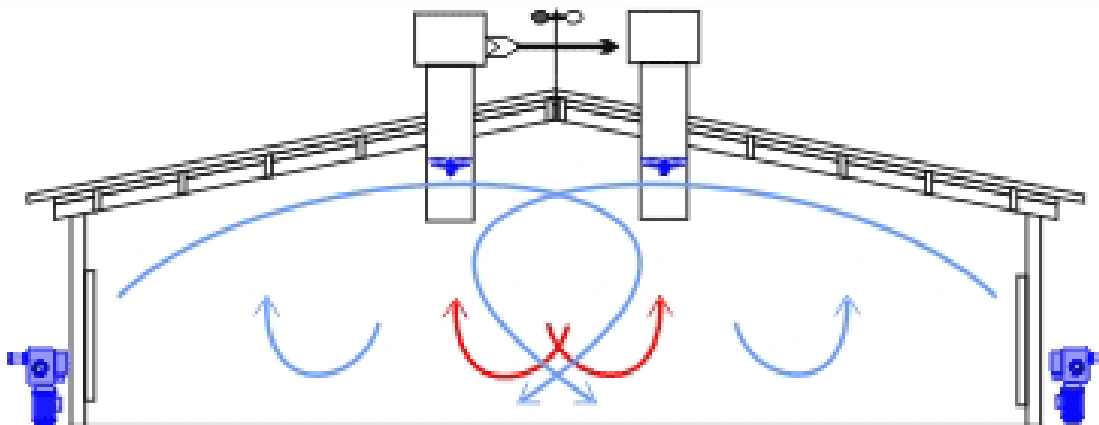


Рис. 2. Схема витяжної вентиляційної установки з рекуперації тепла з фільтрами

Важливим технологічним процесом у приміщенні свинарника-відгодівельника є приготування і адресна роздача кормів в годівниці кожної секції (рис.3) [5]. Важливою задачею при цьому є необхідність певного рівня дозування кормів або кормосумішей з урахуванням віку тварин і їх кількості у відповідних боксах кожної секції приміщення.



Рис. 3. Умови видачі корму в годівниці окремих боксів

Окрім температурно-вологісних показників і годування тварин необхідно утворювати ще сприятливі параметри світлового режиму, що забезпечується завдяки застосуванню освітлювальних та опромінювальних установок [6]. Важливою складовою застосування оптичного випромінювання в приміщенні свинарника в процесі відгодівлі є компенсація природної сонячної радіації застосуванням ультрафіолетових опромінювальних установок. Причому з'ясувалось, що щетина свиней різного віку в діапазоні 200-450 нм має різну пропускну спроможність [7].

На більшості свиноферм, які мають типові свинарники на 3000 голів, в одному приміщенні утримують свиней в групових боксах різного віку. Однак, необхідно враховувати, що одною важливою дією ультрафіолетового випромінювання є сприяння процесу утворення вітаміну *D*, про що існують рекомендовані норми концентрації в залежності від віку свиней (табл. 1). Щоденна доцільна експозиція антирахідного опромінення для поросят складає $220 \text{ мер} \cdot \text{г}/\text{м}^2$, яка еквівалентна $800 \text{ Дж}/\text{м}^2$ випромінювання з довжиною хвилі 280 нм [8]. Однак, існуючі рекомендації не враховують вказану особливість розміщення свиней в приміщенні, що знижує ефективність опромінювання тварин. Визначення експозиції опромінювання, яку одержує тварина, що може знаходитись в різних станках, визначають в залежності від попередньо визначеної площі опромінювальної поверхні тварини, висоти підвісу опромінювача, швидкості руху опромінювача, довжини шляху пересування опромінювача над твариною [9,10].

Одним із можливих варіантів забезпечення рекомендованої дози при пересуванні опромінювача над станками може бути використання регульованого електропривода опромінювачів [11]. Крім того, інтенсивність генерації ультрафіолетового випромінювання лампою типу ДРТ 400, які в основному використовують в опромінювачах в значній мірі залежить від терміну використання і від якості електричної енергії живлення установки (табл. 1) [12].

1. Норми споживання вітаміну *D* в залежності від віку свиней [7]

Вік свиней, місяць	Маса тварини, кг	Добова потреба у вітаміні <i>D</i> , і. о
1	13-17	100
4	30-40	350
6	60-75	1000
8	96-110	1500
12	100-160	2000
Свиноматка	210-250	3000
Хряк	300-350	4000

Мета дослідження - розроблення автоматизованої системи для керування в реальному часі технологічними процесами підтримання параметрів мікроклімату, дозування роздачі корму або кормових сумішей і процесом опромінення ультрафіолетовим випромінюванням свиней в приміщенні свинарника при утриманні тварин різного віку завдяки використанню комплексної пересувної установки для отримання інформації про біофізичні характеристики тварин в кожному боксі приміщення.

Матеріали і методи дослідження. Розроблено нову систему керування технологічним процесом підтримання параметрів мікроклімату, дозування роздачі корму або кормових сумішей і процесом опромінення ультрафіолетовим випромінюванням свиней в закритому приміщенні при утриманні тварин різного віку.

Комплексна пересувна установка передбачена для автоматичного, дистанційного визначенням геометричних розмірів тварин у реальному часі для точного забезпечення рекомендованої дози опромінення свиней, підтримання температурно-вологісних параметрів повітря, дозування кормів в кожному боксі, де вони утримуються.

Автоматизована системи керування побудована на використанні метода стереопсиса. Першим етапом у запропонованому алгоритмі її роботи є пошук тварин в боксі для утримання на шляху руху пересувної комплексної оптичної установки. Вказана операція основана на використанні згорткової штучної нейронної мережі для розпізнання тварин на знімку і їх ідентифікації, яка дозволяє системі отримати виміри в реальному часі об'єктів, завдяки встановленим

відеокамерам, які розміщуються на різній відстані від опромінювача і світильника для підсвічування об'єктів (тварин). Реалізація запропонованого алгоритму роботи системи досягається завдяки використанню двох відеокамер, заданими своїми матрицями у визначеній системі координат [13].

Епіпольярну геометрію використовують для пошуку стереопар, а також для перевірки того, що пара точок може бути стереопарою, тобто проєкції зображення і формується матриця, яка має вигляд [14]:

$$P = K(I/O), \quad P' = K'(R/t) \quad (1)$$

Тоді фундаментальна матриця може бути розрахована за формулою:

$$F = (K^{1-l}) \cdot T \cdot R \cdot K^T \cdot (KR^T \cdot t) \cdot x, \quad (2)$$

де для вектора $[e]$ матриця розраховується, як:

$$[e]_x = \begin{vmatrix} 0 & -e_z & e_y \\ e_z & 0 & -e_x \\ -e_y & e_x & 0 \end{vmatrix} \quad (3)$$

У результаті аналізу отриманих зображень і рішення матриці (3) визначаються тривимірні координати зображення, глибина розраховується, як відстань до площини камери, тобто таким чином отримуємо реальні розміри об'єкта (тварини) [15].

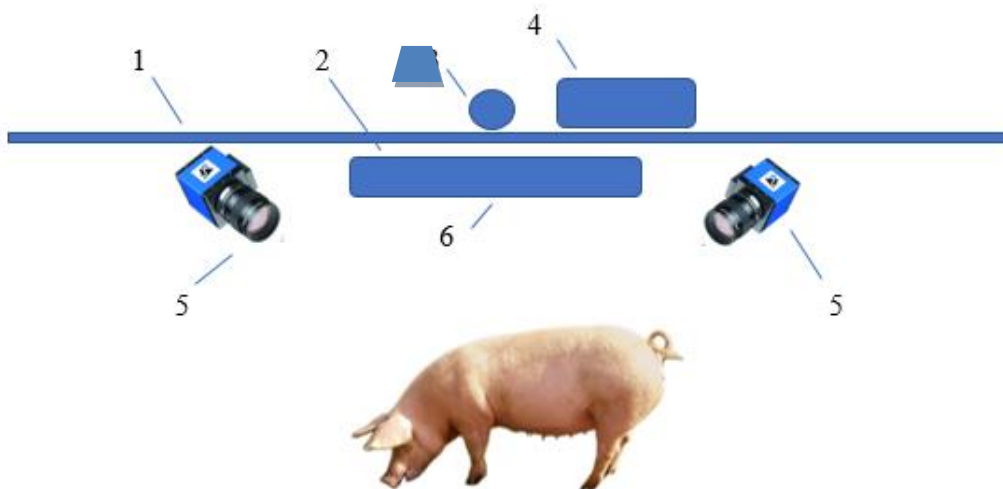


Рис. 4. Конструкція комплексної установки для автоматичного визначення геометричних розмірів тварини в свинарнику-відгодівельнику:

- 1 – напрямляюча, 2 – світильник для підсвічування зображення,
- 3 – сервопривод; 4 – блок керування; 5 – відеокамера;
- 6 – ультрафіолетовий опромінювач

Розроблена установка (рис.4) складається з направляючої 1, на якій закріплені всі конструктивні елементи установки, ультрафіолетового опромінювача 6, світильника для підсвічування зображення 2, електропривода 3 для пересування установки над тваринами, блоку керування з мікроконтролером 4, відеокамери 5.

Результати досліджень та їх обговорення. Авторами розроблена конструкція комплексної установки для автоматичного визначення геометричних розмірів тварини в реальному часі для точного забезпечення рекомендованої дози опромінення свиней, підтримання температурно-вологісних параметрів повітря, дозування кормів в кожному боксі свинарника-відгодівельника. Технічне рішення побудоване на основі використання «теорії розпізнання образів», визначення геометричних розмірів тварин за допомогою метода стереопсиса. Конструкція комплексної установки дозволяє пересуватися один раз на добу, рекомендовано в перерву після обідньої роздачі корму, коли тварини будуть відпочивати і відсутній обслуговуючий персонал, щоб він не отримав пошкодження зору від ультрафіолетового опромінення. Причому, інформація з відеокамер, датчиків вологості, температури і концентрації вуглекислого газу в повітрі щодоби надходять до мікроконтролера, де аналізуються і порівнюються із запрограмованими, а потім при необхідності відбувається регулювання режиму роботи рекуперативних вентиляційних установок, ультрафіолетової опромінювальної установки, установок дозування корму для кожного боксу де знаходяться тварини.

Висновки і перспективи. Очікуваний техніко-економічний ефект від впровадження, як показують розрахунки, складається із підвищення точності нормування основних технологічних процесів у свинарнику-відгодівельнику, а саме: дози і раціону кормів; дози ультрафіолетового опромінення; значення температури і вологості в зоні розміщення тварин, з урахуванням зміни геометричних розмірів і набору ваги свиней, що в сукупності забезпечує на 27 % збільшення ваги порівняно з тваринами, які утримувались в аналогічних свинарниках, не обладнаними такими установками.

Список використаних джерел

1. Тваринництво України: стан, проблеми, шляхи розвитку (1991-2017-2030 рр.) / За ред. акад. НААН М. І. Башценка. Київ: Аграрна наука, 2017. 160 с.
2. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / За ред. НААН України Я. М. Гадзала, М. І. Башценка, В. М. Жука, Ю. О. Лупенка. Київ: Аграр. Наука, 2016. 216 с.
3. Васильєв С. І. Технологія виробництва продукції тваринництва. Харків: Вид-во НМЦ заоч. навч. с. г. вузів України, 1998. 430 с.
4. Гаврилюк І. А., Ільчов І. П., Хандола Ю. М. Характеристика технологічних схем сепарації повітря в тваринницьких приміщеннях. Вісник ХНТУСГ «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». Харків: ХНТУСГ, 2006. Вип.43. Т.1. С.138-144.
5. Хандола Ю. М., Лисиченко М. Л., Серeda А. І., Назаренко О. Ю. Удосконалення методики вибору електродвигунів для електроприводів змішувачів кормів. Вісник ХНТУСГ «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». Харків: ХНТУСГ, 2007. Вип. 195. Т.1. С. 83-86.
4. Кушлик Р. В., Яковлев В. Ф., Куценко Ю. М., Лисиченко М. Л. та ін. Електричне освітлення та опромінення. Харків: ТОВ «Планета принт», 2016. 322 с.
5. Червінський Л. С. Оптичні технології в тваринництві. Київ: Наукова думка, 2003. 230 с.
6. Гаврилюк І. А. Визначення експозиції опромінювання тварин пересувними опромінювальними установками. Вісник ХНТУСГ «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». Харків: ХНТУСГ, 2007. Вип.73. Т.1. С. 79-80.
7. Гаврилюк І. А., Ільчов І. П., Хандола Ю. М. Визначення експозиції опромінювання тварин пересувними опромінювальними установками. Вісник ХНТУСГ «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». Харків: ХНТУСГ, 2009. Вип.86. Т.1. С. 87-88.
8. Гаврилюк І. А., Ільчов І. П., Хандола Ю. М., Серeda А. І. Застосування регульованого електроприводу для пересувних ультрафіолетових установок. Вісник ХНТУСГ «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». Харків: ХНТУСГ, 2010. Вип.101. С. 82-83.
9. Голодний І. М., Лавріненко Ю. М., Козирський В. В. та ін. Регульований електропривод. Київ: ТОВ ЦП «Компринт», 2015. 509 с.
10. Ільчов І. П., Хандола Ю. М., Серeda А. І. Регулювання швидкості руху опромінювачів в функції зміни живлення двигуна електропривода. Вісник ХНТУСГ Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. Харків: ХНТУСГ, 2012. Вип.129. С. 61-62.
11. Ільчов І. П., Хандола Ю. М., Серeda А. І. Визначення експозиції ультрафіолетового опромінювання біологічних об'єктів з урахуванням їх форми. Вісник ХНТУСГ. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». Харків: ХНТУСГ, 2008. Вип.73. Т1. С. 79-80.
12. Семенов О. О., Лисиченко М. Л. Ультрафіолетова установка для опромінювання тварин з автоматичним керуванням. Енергетика і автоматика. 2020. №6 (52). С.128-138.

13. Tasdemir S. Determination of Body Measurements on the Holstein Cows by Digital Image Analysis Method and Estimation of Their Live Weight. Ph. D. thesis, Selcuk University, Konya, Turkey. 2010.
14. Hartley R.I., Zisserman A. Multiple View Geometry. Cambridge University Press, 2004.
15. Bradski G., Kaehler A. Learning Open C. V: Computer Vision with the Open CV Library. O'Reilly Media, 2008.. 580 p.

References

1. Tvarynnytstvo Ukrainy: stan, problemy, shliakhy rozvytku (1991-2017-2030 rr.) [Livestock breeding in Ukraine: status, problems, development paths (1991-2017-2030)] Za red. akad. NAAN M. I. Bashchenka. Kyiv: Ahrarna nauka, 2017, 160.
2. Stratehiiia rozvytku silskohospodarskoho vyrobnytstva v Ukraini na period do 2025 roku [Strategy for the development of agricultural production in Ukraine for the period until 2025]. Za red. NAAN Ukrainy Ya. M. Hadzala, M. I. Bashchenka, V. M. Zhuka, Yu. O. Lupenka. Kyiv: Ahrar. Nauka, 2016, 216.
3. Vasyliiev S. I. (1998). Tekhnolohiia vyrobnytstva produktsii tvarynnytstva [Livestock production technology]. Kharkiv: Vyd-vo NMTs zoach. navch. s. h. vuziv Ukrainy, 430.
4. Havryliuk I. A., Ilichov I. P., Khandola Yu. M. (2006). Kharakterystyka tekhnolohichnykh skhem separatsii povitria v tvarynnytskykh prymishchenniakh [Characteristics of technological schemes for air separation in livestock premises]. Visnyk KhNTUSH «Problemy enerhozabezpechennia ta enerhozberezhennia v APK Ukrainy». Kharkiv: KhNTUSH, 43 (1), 138-144.
5. Khandola Yu. M., Lysychenko M. L., Sereda A. I., Nazarenko O. Yu. (2007). Udoskonalennia metodyky vyboru elektrodvyhuniv dlia elektropyvodiv zmishuvachiv kormiv [Improving the methodology for selecting electric motors for feed mixer drives]. Visnyk KhNTUSH «Problemy enerhozabezpechennia ta enerhozberezhennia v APK Ukrainy». Kharkiv: KhNTUSH, 195 (1), 83-86.
6. Havryliuk I. A. (2007). Vyznachennia ekspozytsii oprominiuvannia tvaryn peresuvnymy oprominiu valnymy ustanovkamy [Determination of animal radiation exposure by mobile irradiation facilities]. Visnyk KhNTUSH «Problemy enerhozabezpechennia ta enerhozberezhennia v APK Ukrainy». Kharkiv: KhNTUSH, 73 (1), 79-80.
7. Havryliuk I. A., Ilichov I. P., Khandola Yu. M. (2009). Vyznachennia ekspozytsii oprominiuvannia tvaryn peresuvnymy oprominiuvalnymy ustanovkamy [Application of adjustable electric drive for mobile ultraviolet installations]. Visnyk KhNTUSH «Problemy enerhozabezpechennia ta enerhozberezhennia v APK Ukrainy». Kharkiv: KhNTUSH, 86 (1), 87-88.
8. Havryliuk I. A., Ilichov I. P., Khandola Yu. M., Sereda A. I. (2010). Zastosuvannia rehulovanoho elektropyvodu dlia peresuvnykh ultrafioletovykh ustanovok [Application of adjustable electric drive for mobile ultraviolet installations]. Visnyk KhNTUSH «Problemy enerhozabezpechennia ta enerhozberezhennia v APK Ukrainy». Kharkiv: KhNTUSH, 101, 82-83.

9. Holodnyi I. M., Lavrinenko Yu. M., Kozyrskyi V. V. (2015). Rehulovanyi elektropryvod [Adjustable electric drive]. Kyiv: TOV TsP «Komprynt», 509.
10. Ilichov I. P., Khandola Yu. M., Sereda A. I. (2012), Rehulivuvannya shvydkosti rukhu oprominiuvachiv v funktsii zminy zhyvlennia dvyhuna elektropryvoda [Adjusting the speed of the irradiators in the function of changing the power supply of the electric drive motor]. Visnyk KhNTUSH Problemy enerhozabezpechennia ta enerhozberezhennia v APK Ukrainy. Kharkiv: KhNTUSH, 129, 61-62.
11. Ilichov I. P., Khandola Yu. M., Sereda A. I. (2008). Vyznachennia ekspozytsii ultrafioletovoho oprominiuvannia biolohichnykh ob'iektiv z urakhuvanniam yikh formy [Determining the exposure of biological objects to ultraviolet radiation, taking into account their shape]. Visnyk KhNTUSH. Problemy enerhozabezpechennia ta enerhozberezhennia v APK Ukrainy». Kharkiv: KhNTUSH, 73 (1), 79-80.
12. Semenov O. O., Lysychenko M. L. (2020). Ultrafioletova ustanovka dlia oprominiuvannia tvaryn z avtomatychnym keruvanniam [Ultraviolet irradiation unit for animals with automatic control]. Enerhetyka i avtomatyka, 6 (52), 128-138.
13. Tasdemir S. (2010), Determination of Body Measurements on the Holstein Cows by Digital Image Analysis Method and Estimation of Their Live Weight. Ph. D. thesis, Selcuk University, Konya, Turkey.
14. Hartley R.I., Zisserman A. (2004). Multiple View Geometry. Cambridge University Press.
15. Bradski G., Kaehler A. (2008). Learning Open C. V: Computer Vision with the Open CV Library. O'Reilly Media, 580.

USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN PIG FARMING

O. Semenov, M. Lysychenko, Yu. Khandola

Abstract. *The main problem of the industry over the past two decades is the reduction of the pig population and pig production in Ukraine. Industrial pig farming suffered the greatest losses; according to statistical data, the number of livestock decreased by 3.6 times, while the share of private farms is 49% of the total livestock. Due to non-technological methods of raising animals, the indicators of average daily gains and the yield of viable offspring per sow in Ukraine are significantly lower than the world averages. Therefore, the further development of pig farming is associated with the technical and technological reconstruction of the industry through the construction of new and deep reconstruction of pig farms, modernization or replacement of animal husbandry technology. To do this, it is necessary to apply innovative resource-saving technologies aimed at intensifying the growing process based on the use of its own feed base and switching to a production cycle of 182-189 days with weaning of piglets at 21-35 days, rearing for 40-56 days and fattening for 105-112 days.*

The purpose of the study is to develop an automated system for real-time monitoring of technological processes for maintaining microclimate parameters, dosing of feed or feed mixtures and the process of irradiation of pigs with ultraviolet radiation in the premises of the piggery when keeping animals of different ages through the use of a complex mobile installation for obtaining information about the biophysical characteristics of animals in each box of the premises.

The authors proposed a technical solution, which is built on the basis of the use of the "pattern recognition theory", determining the geometric dimensions of animals using the stereopsis method. The design of the complex installation allows for movement once a day, recommended during the break after lunchtime feeding, when the animals are resting.

Key words: *information technology, young pigs, ultraviolet radiation, irradiation installations, automatic control, pattern recognition*