

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Ректор Вінницького
національного аграрного
університету, професор
Віктор МАЗУР
«24» грудня 2024 року



ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи Яропуда Віталія Миколайовича, кандидата технічних наук, доцента, декана інженерно-технологічного факультету Вінницького національного аграрного університету, на тему «Механіко-технологічні основи процесів забезпечення мікроклімату свинарських приміщень», що подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

ВИТЯГ

із протоколу № 1 засідання міжкафедрального семінару
інженерно-технологічного факультету

м. Вінниця

19 грудня 2024 року

Присутні: голова міжкафедрального семінару: Цуркан О.В., д.т.н., професор;
секретар: Труханська О.О., к.т.н., доцент.

Члени міжкафедрального семінару:

1. Д.т.н., професор, ЦУРКАН Олег Васильович,
(05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва), директор ВСП «Ладизинський фаховий коледж ВНАУ», професор кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК, провідний науковий співробітник наукової тематики, голова міжкафедрального семінару.

2. К.т.н., доцент, ТРУХАНСЬКА Олена Олександрівна,
(05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва), доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу, заступник декана з виховної роботи, секретар міжкафедрального семінару.

3. Д.т.н., професор, АНІСІМОВ Віктор Федорович,
(05.20.03 – експлуатація, відновлення і ремонт сільськогосподарської та меліоративної техніки), професор кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

4. Д.т.н., професор, СТАДНІК Микола Іванович,
(05.13.07 – Автоматизація технологічних процесів), професор кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

5. Д.т.н., доцент, ЯНОВИЧ Віталій Петрович,
(05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва), професор кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК.

6. К.т.н., професор, ГУНЬКО Ірина Василівна,
(05.05.03 - Система приводів), професор кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

7. К.т.н., доцент, КУПЧУК Ігор Миколайович,
(05.18.12 – процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв), доцент кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК, провідний науковий співробітник наукових тематик, заступник декана з наукової роботи.

8. К.т.н., доцент, ШВЕЦЬ Людмила Василівна,
(05.03.05 – процеси та машини обробки тиском), доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

9. К.т.н., доцент, ТВЕРДОХЛІБ Ігор Вікторович,
(05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва), завідувач кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві, доцент кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК, провідний науковий співробітник наукової тематики.

10. К.т.н., доцент, ПОЛЄВОДА Юрій Алікович,
(05.18.12 – процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв), доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій, доцент кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК, провідний науковий співробітник наукової тематики.

11. К.т.н., доцент, ШАРГОРОДСЬКИЙ Сергій Анатолійович,
(05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва), зав. кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва, доцент.

12. К.т.н., доцент, ТОКАРЧУК Олексій Анатолійович,
(05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва), завідувач кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК, провідний науковий співробітник наукової тематики, заступник декана з навчальної роботи.

13. К.т.н., доцент, СОЛОНА Олена Василівна,
(05.05.06 – гірничі машини), декан факультету технології виробництва, переробки та робототехніки у тваринництві, доцент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві, провідний науковий співробітник наукової тематики.

14. К.т.н., доцент, РУТКЕВИЧ Володимир Степанович,
(05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва), доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

15. К.т.н., старший викладач, ШТУЦЬ Андрій Анатолійович,
(05.03.05 – процеси та машини обробки тиском), старший викладач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

16. К.т.н., доцент, БАБИН Ігор Анатолійович,
(05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва), доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва, провідний науковий співробітник наукової тематики.

17. К.т.н., доцент, ХОЛОДЮК Олександр Володимирович,
(05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського
виробництва), зав. кафедри агроінженерії та технічного сервісу, доцент.
Всього – 17 осіб.

Порядок денний:

Розгляд дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук **Яропуда Віталія Миколайовича на тему: «Механіко-технологічні основи процесів забезпечення мікроклімату свинарських приміщень»** за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Рецензентами призначено:

1. АНІСІМОВ Віктор Федорович, доктор технічних наук, професор кафедри агроінженерії та технічного сервісу інженерно-технологічного факультету Вінницького національного аграрного університету.

2. СТАДНІК Микола Іванович, доктор технічних наук, професор кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки інженерно-технологічного факультету Вінницького національного аграрного університету.

3. ЯНОВИЧ Віталій Петрович, доктор технічних наук, професор кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК інженерно-технологічного факультету Вінницького національного аграрного університету.

СЛУХАЛИ: доповідь Яропуда Віталія Миколайовича про основні положення дисертаційної роботи.

Робота виконана у Вінницькому національному аграрному університеті упродовж 2019-2023 рр. та проходила виробничу перевірку впродовж 2020-2024 рр.

Тема дисертаційної роботи затверджена на засіданні кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва інженерно-технологічного факультету Вінницького національного аграрного університету (протокол № 9 від 04 березня 2019 року) та Вченої ради інженерно-технологічного факультету Вінницького національного аграрного університету (протокол № 8 від 15 березня 2019 року).

Було задано 29 запитань по темі дисертаційної роботи:

Гулько І.В., к.т.н., професор:

1. Прошу Вас, детальніше розповісти про результати моделювання мікроклімату свинарського приміщення за допомогою програмного пакету Simcenter Star-CCM+.

2. Які критерії були визначені для оцінки ефективності вентиляційної системи нагнітання чистого повітря на третьому етапі Ваших досліджень? Які показники були виміряні та як вони співвідносяться із заданими критеріями?

3. Прошу Вас, представити результати експериментальних досліджень процесу нагрівання потоку повітря в U-подібному вертикальному ґрунтовому теплообміннику. Зокрема, цікавить динаміка зміни температур впродовж року і які фактори найбільше впливали на цей процес?

Цуркан О.В., д.т.н., професор:

1. На слайді № 22 представлено апроксимоване рівняння для визначення ширини щілини патрубку для нагнітання повітря. Будь ласка, детальніше розкажіть про фізичну сутність цього рівняння та про те, які експериментальні дані були використані для його отримання?

2. Ви згадували про умови забезпечення рівномірності роздавання повітря системою нагнітання чистого повітря. Які саме параметри системи були змінювані для досягнення цієї мети?

3. У роботі досліджувався вплив довжини повітропроводу та витрат повітря на споживану вентилятором потужність. Детальніше опишіть отримані залежності між цими параметрами.

Холодюк О.В., к.т.н., доцент:

1. У доповіді Ви зазначили, що в експериментальних дослідженнях використовували вентилятор CF4113HBL. Уточніть, яким чином регулювалася продуктивність цього вентилятора під час досліджень?

2. В роботі представлена методика розрахунку площі отворів забірних заслінок. Розкажіть, будь ласка, докладніше про критерії, які використовувалися для визначення оптимальної площі отворів.

3. З доповіді ми почули, що Ви віддасте перевагу системам вентиляції від'ємного тиску для свинарських приміщень. Прошу Вас обґрунтувати цей вибір, порівнявши його з іншими системами вентиляції.

Янович В.П., д.т.н., професор:

1. Назвіть, будь ласка, які результати чисельного моделювання теплообмінника побічно-випарного типу були отримані?

2. Які рівняння енергетичного балансу застосовуються для моделювання процесу тепломасообміну в теплообміннику побічно-випарного типу? Зокрема, як ці рівняння враховують відчутний та прихований теплообмін на поверхні стінок вологих і сухих каналів?

3. Які основні компоненти мехатронної системи забезпечення мікроклімату свинарських приміщень були Вами розроблені та впроваджені?

Труханська О.О., к.т.н., доцент:

1. Будь ласка, назвіть ключових науковців, які зробили найбільший внесок у розвиток систем забезпечення мікроклімату в свинарських приміщеннях.

2. Які саме показники ефективності видалення забруднень та тепла були виміряні і які висновки Ви зробили на основі отриманих даних?

3. З доповіді ми почули, що Ви порівнюєте результати експериментальних досліджень та теоретичних розрахунків споживаної потужності системи нагнітання чистого повітря. Наскільки добре ці результати узгоджуються між собою і які фактори можуть впливати на розбіжності?

Купчук І.М., к.т.н., доцент:

1. В роботі представлені результати дослідження системи забезпечення мікроклімату. Прошу Вас більш детально розповісти про динаміку зміни температури повітря на різних етапах проходження через систему впродовж року. Які фактори найбільше впливали на ці зміни?

2. Чи відповідає температура повітря після проходження через ґрунтовий теплообмінник та теплообмінник побічно-випарного типу зоотехнічним вимогам при утриманні свиней?

3. У Вашій роботі розроблені математичні моделі для теплообмінника побічно-випарного типу та вертикального ґрунтового теплообмінника. Які фізичні процеси були враховані у цих моделях і які методи чисельного розв'язання були використані?

4. Які теоретичні дослідження втрат тиску виконано для повітряного теплообмінника побічно-випарного типу та ґрунтового теплообмінника?

Шаргородський С.А., к.т.н., доцент:

1. Під час доповіді Ви зазначили, що застосовували ε -NTU-моделі для аналізу тепломасообміну в випарному охолоджувачі. Уточнити, які саме початкові та граничні умови були задані для розрахунків? Які фізичні властивості робочих середовищ враховувалися у моделі?

2. Які фізичні моделі Ви рекомендуєте використовувати для чисельного моделювання процесів у сухих і вологих каналах теплообмінника побічно-випарного типу?

3. Які критерії ефективності Ви пропонуєте використовувати для порівняння розробленої системи з класичними системами вентиляції?

Солоня О.В., к.т.н., доцент:

1. За результатами виробничого обстеження систем вентиляції наземного каналу, які рекомендації Ви б дали для покращення ефективності охолодження повітря та оптимізації розподілу повітряних потоків у тваринницькому приміщенні?

2. На слайдах Ви представили результати дослідження двох систем забезпечення мікроклімату в свинарнику на 16 станків. Прошу детальніше розповісти про динаміку споживання енергії кожною з цих систем впродовж різних періодів року. Які фактори найбільше впливали на споживання енергії?

3. Які саме параметри мікроклімату (температура, вологість, швидкість руху повітря) мають найбільший вплив на здоров'я та продуктивність тварин?

4. На Вашу думку, як можна зменшити енергоспоживання системи вентиляції без втрати ефективності?

Бабин І.А., к.т.н., доцент:

1. В роботі Ви представили результати дослідження різних форм каналів повітряного теплообмінника побічно-випарного типу. Які саме форми каналів були досліджені і які з них показали найкращі результати з точки зору мінімізації втрат тиску?

2. При проведенні експериментальних досліджень, яке саме обладнання використовувалося для вимірювання витрат повітря, коефіцієнта зниження швидкості потоку та споживаної потужності витяжного вентилятора на першому етапі досліджень?

3. Чи потребує система додаткового нагрівання або охолодження повітря для досягнення оптимальних температур?

Виступили:

Рецензенти доктор технічних наук, професор **Анісімов Віктор Федорович**; доктор технічних наук, професор **Стаднік Микола Іванович**; доктор технічних наук, професор **Янович Віталій Петрович**.

В обговоренні дисертації взяли участь: Гунько І.В., к.т.н., професор; Солоня О.В., к.т.н., доцент; Шаргородський С.А., к.т.н., доцент.

Гунько І.В., к.т.н., професор:

Наголосила, що дисертаційна робота є оригінальним, самостійним, завершеним науковим дослідженням, що стосується актуальної проблематики та містить оригінальні підходи до розв'язання теоретичних та практичних завдань щодо пошуку шляхів підвищення ефективності підвищення ефективності функціонування техніко-технологічного забезпечення мікроклімату свинарських приміщень. У ході дисертаційного дослідження здобувачем вирішено усі поставлені завдання та сформувано висновки.

Відмітила, що вперше на основі системного підходу розроблено алгоритм функціонування мехатронної системи забезпечення мікроклімату свинарських приміщень, що дозволяє керувати напрямками руху, швидкістю, температурою, вологістю та забрудненістю повітряного потоку в зоні перебування тварини в залежності від температури та вологості повітря у зовнішньому середовищі у зимовий, літній та міжсезонні періоди.

Результати дисертаційної роботи опубліковані у 46 наукових працях, що включають 10 статей, індексованих у міжнародних наукометричних базах даних Scopus і Web of Science. Це свідчить про високий рівень наукової новизни та актуальності проведених досліджень. Крім того, було отримано 5 патентів, один з яких на винахід. Частина досліджень фінансувалася за державним бюджетним коштом.

Віталій Миколайович є постійно діючим виконавцем державних тематик, за що призначений членом експертної наукової ради при Міністерстві освіти і науки України (напрямок «Аграрно-ветеринарний напрям»).

Результати досліджень використовуються у навчально-методичному процесі Вінницького національного аграрного університету при викладанні навчальних дисциплін «Машини та обладнання для тваринництва», «Машини та обладнання і їх використання в тваринництві» здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійними програмами «Галузеве машинобудування» та «Агроінженерія».

Заявила позицію про необхідність надання висновку про наукову новизну, теоретичне та практичне значення дисертації та рекомендувати для подальшого розгляду у спеціалізованій вченій раді.

Солоня О.В., к.т.н., доцент:

Інтенсифікація тваринництва, як основа виконання, продовольчої програми України, вимагає розробки та впровадження нових технологій утримання сільськогосподарських тварин, що забезпечують підвищення їхньої продуктивності, реалізацію спадкових якостей тварин. Розвиток промислового тваринництва можливий лише за умов створення нормативного мікроклімату в тваринницьких приміщеннях.

Параметри мікроклімату тваринницьких приміщень встановлюються для кожної вікової групи тварин з урахуванням їх фізіологічних і продуктивних особливостей, економічної доцільності і технічних можливостей. Відомо, що продуктивність тварин на 50-60% залежить від кормів, на 20% від догляду та на 10-30% мікрокліматом тваринницького приміщення.

Існуючі системи підтримки мікроклімату в тваринницьких приміщеннях мають цілу низку недоліків і недосконалі. Одним з основних напрямків вирішення цієї проблеми є оптимізація мікроклімату на фермах на базі енергозберігаючих систем з пристроями для очищення забрудненого повітря від водяної пари, аміаку, вуглекислого газу, сірководню, шкідливих мікроорганізмів та пилу. Формування нормативного мікроклімату на фермах вимагає великої кількості енергії, і витрати на мікроклімат наближаються до витрат на годівлю тварин. Таким чином, дослідження, пов'язані з розробкою енергозберігаючих систем забезпечення мікроклімату в свинарських приміщеннях, особливо в даний час за високої вартості енергоресурсів є актуальними і вирішення цього завдання пов'язане з великим економічним ефектом.

Підтримала пропозицію надати висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дослідження та рекомендувати роботу для подальшого розгляду у спеціалізованій вченій раді.

Шаргородський С.А., к.т.н., доцент:

Створення на тваринницьких фермах і комплексах регульованих умов розвитку тварин та нормативних санітарно-гігієнічних умов праці обслуговуючого персоналу є найважливішим завданням для подальшого розвитку тваринництва, оскільки надмірний вміст NH_3 , CO_2 , H_2S і вологи в повітрі тваринницького приміщення негативно впливає на людину і тварин та можуть бути видалені автоматичними установками нормалізації мікроклімату, здатних при більших концентраціях поголів'я та щільності розміщення тварин забезпечити необхідний повітрообмін і нормативні параметри мікроклімату. Створення нормальних мікрокліматичних умов, що відповідають фізіологічним потребам організму тварин, забезпечить необхідні санітарно-гігієнічні умови праці обслуговуючого персоналу, високу безпеку та продуктивність тварин, а також подовжить термін служби технологічного обладнання.

Результати досліджень здобувача дають відповіді на велику кількість викликів, які постали перед виробниками тваринницької продукції в сучасних умовах. Вважаю, що представлена робота є закінченою науковою працею, яка заслуговує подальшого заслуховування у спеціалізованій вченій раді.

Підтримав пропозицію надати висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дослідження та рекомендувати роботу для подальшого розгляду у спеціалізованій вченій раді.

За результатами обговорення ухвалили:

Виступаючи відмітили, що дисертаційна робота Яропуда Віталія Миколайовича виконана на актуальну тему, побудована логічно та послідовно, містить наукову новизну, має наукове і практичне значення.

Наукові положення, висновки отримані на основі власних досліджень, виконаних на високому науковому рівні, достатньо обґрунтовані та апробовані. Дисертаційну роботу Яропуда Віталія Миколайовича на тему: «**Механіко-технологічні основи процесів забезпечення мікроклімату свинарських приміщень**», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва, вважати завершеною науково-дослідною працею, що має теоретичне і практичне значення, відповідає Постанові Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197. Враховуючи актуальність теми, обґрунтованість отриманих результатів, наукову новизну, теоретичне і практичне значення виконаних досліджень дають підставу рекомендувати дисертацію після доопрацювання згідно зауважень і побажань до відкритого захисту на засіданні спеціалізованої вченої ради Д58.052.02 на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

1. Актуальність теми та її зв'язок з планами наукових робіт Вінницького національного аграрного університету.

Найбільш перспективною технологією утримання свиней в світі та Україні є нова (західна) технологія, яка характеризується тим, що все поголів'я утримують на частково- або повністю щільній підлозі в капітальних приміщеннях, які є спеціалізованими для різних технологічних груп та розділені на ізольовані секції. При цьому система утримання – безвигульна, спосіб утримання – підлогово-станковий, спосіб відтворення – цілорічно-рівномірний, спосіб вирощування – трифазовий, мікроклімат – примусова система від'ємного тиску.

За результатами аналізу параметрів мікроклімату в свинарських приміщеннях та їх впливу на здоров'я свиней, їх відтворювальні функції та природи встановлено, що їх відхилення призводить до погіршення здоров'я тварин, зменшення їх чисельності та, як результат, до зниження рентабельності господарств.

Перспективними напрямками у створенні та підтриманні мікроклімату в свинарських приміщеннях є ресурсо- та енергозберігаючі системи охолодження і нагрівання, які базуються на автоматизованих та адаптивних системах керування. Незважаючи на важливість, питання оптимальних параметрів, розташування та меж енергетичної ефективності залишається недостатньо дослідженим у науковій літературі.

Виходячи з цього, розробка механіко-технологічних основ процесу забезпечення мікроклімату свинарських приміщень із системою адаптивної вентиляції повітря та енергозберігаючих технічних засобів із раціонально-обґрунтованими параметрами є актуальною проблемою існуючих технологій утримання свиней.

Дослідження, що складають основу дисертації, проведено у Вінницькому національному університеті (ВНАУ) в межах виконання державних науково-

дослідних робіт: «Розробка комплексу енергоефективного і ресурсоощадного обладнання та перспективних технологій годівлі сільськогосподарських тварин АПК України» (№ ДР 0121U108589, 2021–2023 рр.), «Розробка комплексу техніко-технологічного забезпечення енерго- та ресурсоощадного виробництва продукції тваринництва у рамках ЄЗК» (№ ДР 0123U101794, 2023–2024 рр.).

2. Формулювання наукової проблеми, нове вирішення якої отримано в дисертації.

У дисертації вирішено наукову проблему підвищення ефективності функціонування техніко-технологічного забезпечення мікроклімату свинарських приміщень шляхом обґрунтування адаптивних систем відповідних енергозберігаючих технічних засобів.

Основні задачі досліджень полягають в наступному:

- провести аналіз сучасних систем забезпечення мікроклімату свинарських приміщень і визначити перспективні напрями їх вдосконалення;
- визначити ефективність і провести виробничі обстеження різних систем забезпечення мікроклімату в свинарських приміщеннях за результатами експериментально-чисельних досліджень;
- обґрунтувати склад адаптивної мехатронної системи енергозберігаючих технічних засобів для забезпечення мікроклімату свинарських приміщень;
- провести аналітичні дослідження автоматичної вентиляційної системи видалення забрудненого повітря в свинарнику і розробити методику інженерного розрахунку та алгоритм її функціонування;
- встановити емпіричні залежності процесу функціонування вентиляційної системи видалення забрудненого повітря і обґрунтувати її раціональні конструктивно-режимні параметри;
- провести аналітичні дослідження автоматичної вентиляційної системи нагнітання чистого повітря в свинарнику і розробити методику та алгоритм її розрахунку;
- встановити емпіричні залежності процесу функціонування вентиляційної системи нагнітання чистого повітря і обґрунтувати її раціональні конструктивно-режимні параметри;
- провести аналітичні дослідження повітряного теплообмінника побічно-випарного і обґрунтувати його раціональні конструктивні параметри;
- провести чисельне моделювання та експериментальні дослідження процесу тепломасообміну в теплообміннику побічно-випарного типу та отримати відповідні закономірності;
- провести аналітичні дослідження вертикальних ґрунтових теплообмінників і обґрунтувати їх раціональні конструктивні параметри;
- провести чисельне моделювання та експериментальні дослідження процесу тепломасообміну у вертикальних ґрунтових теплообмінниках і отримати відповідні закономірності;
- розробити алгоритм функціонування мехатронної системи забезпечення мікроклімату свинарських приміщень і визначити його ефективність;
- визначити техніко-економічну ефективність застосування результатів досліджень.

3. Наукові положення, розроблені особисто дисертантом та їх наукова новизна.

Теоретичні та експериментальні результати досліджень, що виносяться на захист, отримані автором самостійно. У наукових роботах, опублікованих у співавторстві, здобувачу належать наступні досягнення: експериментально-чисельні дослідження ефективності систем забезпечення мікроклімату в свинарських приміщеннях; фізико-математична модель втрат тиску системи забезпечення мікроклімату свинарських приміщень; фізико-математична модель втрат тиску системи забезпечення мікроклімату свинарських приміщень; моделювання процесу тепломасообміну системи забезпечення мікроклімату свинарських приміщень; розробка методики, проведення і аналіз результатів експериментальних досліджень системи забезпечення мікроклімату свинарських приміщень; розробка алгоритму функціонування мехатронної системи забезпечення мікроклімату свинарських приміщень; економічна оцінка впровадження результатів досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

1. Вперше на основі системного підходу розроблено алгоритм функціонування мехатронної системи забезпечення мікроклімату свинарських приміщень, що дозволяє керувати напрямками руху, швидкістю, температурою, вологістю та забрудненістю повітряного потоку в зоні перебування тварини в залежності від температури та вологості повітря у зовнішньому середовищі у зимовий, літній та міжсезонні періоди;

2. Вперше встановлено залежності і розроблено алгоритм функціонування автоматичної вентиляційної системи видалення забрудненого повітря свинарника, який дозволяє розраховувати площі отворів, що утворюють витяжні заслінки, в залежності від ступеня забруднення повітря і рівномірності розподілу його швидкості по площі приміщення;

3. Вперше отримано залежності ефективності теплообмінника побічно-випарного типу (температура вихідного первинного повітряного потоку, коефіцієнт теплової ефективності і питомої холодопродуктивності) від геометричної форми його каналів, конструктивних (відношення ширини початкової частини до загальної ширини теплообмінника і діаметрів отворів переходу з вологих до робочих каналів) і режимних параметрів (температури, вологості і швидкості первинного повітря на впуску).

4. Отримали подальший розвиток залежності ефективності видалення забруднень (CO_2 , NH_3 , H_2S) і виведення тепла від періоду року (літній, зимовий, міжсезоння) для різних систем вентиляції свинарських приміщень через наземні, стельові та стінові канали; фізико-математичний апарат розрахунку конструктивних параметрів вентиляційних систем нагнітання чистого і видалення забрудненого повітря для забезпечення його рівномірності за швидкістю і температурою; залежності зміни втрат тиску, споживаної потужності, зміни температури повітряного потоку та ефективної теплової потужності U-подібного та концентричного ґрунтових теплообмінників від їх конструктивних (довжина, діаметр) і режимних (швидкість подачі і температури вхідного повітря) параметрів

5. Удосконалено фізико-математичний апарат процесу тепломасообміну в теплообміннику побічно-випарного типу, що включає диференційні рівняння енергетичного балансу з урахуванням відчутного (явного) та прихованого теплообміну на поверхні стінки вологого та сухого каналів.

4. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються, підтверджуються результатами теоретичних та експериментальних досліджень й отриманим економічним ефектом.

5. Використання результатів роботи.

Підприємство ТОВ «Агромаш-Калина» отримало конструкторську та технічну документацію для виготовлення дослідних зразків мехатронної системи забезпечення мікроклімату свинарських приміщень і проведення дослідно-виробничих випробувань. На свиновідгодівельній фермі ПСП «Агрофірма Нападівська» проведені науково-дослідні роботи, результатом яких стали рекомендації щодо налагодження системи мікроклімату та монтажу U-подібного ґрунтового теплообмінника, що дозволило зменшити витрати електроенергії на 17,5 %. У свинарнику ФГ «Літагор» надані методичні рекомендації підвищили ефективність видалення забруднень на 16–18 %. На підприємстві ТОВ «Субекон» встановлення повітряного теплообмінника побічно-випарного типу знизило температуру у приміщенні до нормованих зоотехнічних вимог. Також результати досліджень використовуються у навчально-методичному процесі Вінницького національного аграрного університету при викладанні навчальних дисциплін «Машини та обладнання для тваринництва», «Машини та обладнання і їх використання в тваринництві» здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійними програмами «Галузеве машинобудування» та «Агроінженерія».

6. Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 46 наукових працях, у тому числі: 1 монографія; 1 розділ монографії; 16 статей у наукових фахових виданнях України (категорії Б); 10 статей у виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах даних Scopus і Web of Science; 11 матеріалів і тез у збірниках доповідей наукових конференцій; 5 патентів (з них 1 на винахід); 2 депоновані звіти науково-дослідних робіт, які фінансуються за рахунок коштів державного бюджету Міністерством освіти і науки України. Опубліковані статті автора в повній мірі охоплюють й відображають основні положення та результати проведених наукових досліджень в представленій завершеній дисертаційній роботі.

7. Список публікацій здобувача, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації.

7.1 Статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus:

1. Yaropud V. Analytical study of the automatic ventilation system for the intake of polluted air from the pigsty. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24. № 3. P. 19–27. DOI: 10.48077/scihor.24(3).2021.19-27.

2. **Yaropud V.**, Hunko I., Aliiev E., Kupchuk I. Justification of the mechatronic system for pigsty microclimate maintenance. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32, № 2. P. 341–351. DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.21.23>.
3. Kaletnik G., **Yaropud V.** Theoretical studies of air losses of air heat exchanger of indirect-evaporative type of livestock rooms. *Machinery and Energetics*. 2021. Vol. 12 (4). P. 35–41. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.035>.
4. Gunko I., Hraniak V., **Yaropud V.**, Kupchuk I., Rutkevych V. Optical sensor of harmful air impurity concentration. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2021. Vol. 97, № 7. P. 76–79. DOI: <https://doi.org/10.15199/48.2021.07.15>.
5. Rutkevych, V., Kupchuk, I., **Yaropud, V.**, Hraniak, V., Burlaka, S. Numerical simulation of the liquid distribution problem by an adaptive flow distributor. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2022. Vol. 98 (2), P. 64–69. DOI: <https://doi.org/10.15199/48.2022.02.13>.
6. **Yaropud V.**, Kupchuk I., Burlaka S., Poberezhets J., Babyn I. Experimental studies of design-and-technological parameters of heat exchanger. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2022. Vol. 98, № 10. P. 57–60. DOI: <https://doi.org/10.15199/48.2022.10.10>.
7. Kaletnik H., **Yaropud V.** Research of pressure losses and justification of forms of side-evaporative heat exchangers channels in livestock premises. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2023. Vol. 99, № 7. P. 247–252. DOI: <https://doi.org/10.15199/48.2023.07.46>.
8. **Yaropud V.**, Kupchuk I., Burlaka S., Rutkevych V. Results of numerical modeling of three-pipe heat exchanger for livestock premises. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2023. Vol. 99, № 9. P. 72–75. DOI: <https://doi.org/10.15199/48.2023.09.12>.
9. Kaletnik H., **Yaropud V.**, Polievoda Yu., Solona O., Babyn I., Tverdokhlib I. Study of the process of active-ventilation drying of legume grasses' fractional processing products. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2024. Vol. 100 (2). P. 156–163. DOI: <https://doi.org/10.15199/48.2024.02.32>.
10. Kaletnik H., **Yaropud V.**, Lutkovska S., Aliiev E. Studying the air flow heating process in the vertical type ground heat exchanger. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2024. Vol. 100 (10). P. 46–54. DOI: <https://doi.org/10.15199/48.2024.10.08>.

7.2 Монографії та розділи монографії:

11. **Yaropud V.**, Honcharuk I. Development and justification of constructive-regime parameters of the automated system of microclimate provision in APC premises. *Modernization of research area: national prospects and European practices: Scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2022. P. 360–389. DOI: [10.30525/978-9934-26-221-0-14](https://doi.org/10.30525/978-9934-26-221-0-14).
12. Kaletnik G., **Yaropud V.**, Babyn I. Development of resource-saving technical and technological support for production and animal husbandry. *Primedia eLaunch, Boston, USA*, 2024. 150 p. DOI: [10.46299/979-8-89619-784-3](https://doi.org/10.46299/979-8-89619-784-3).

7.3 Статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України:

13. **Яропуд В.М.** Дослідження процесу функціонування та оптимізація конструктивно-технологічних параметрів тритрубного рекуператора. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 1 (108). С. 23–32. DOI: 10.37128/2520-6168-2020-1-16

14. Алієв Е.Б., **Яропуд В.М.**, Білоус І.М. Обґрунтування складу енергозберігаючої системи забезпечення мікроклімату в свинарських приміщеннях. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 2 (97). С. 129–137. DOI: 10.37128/2306-8744-2020-2-14

15. Купчук І.М., **Яропуд В.М.**, Телекало Н.В., Граняк В.Ф. Перспективи та передумови впровадження автономних систем електрозабезпечення агропромислових підприємств. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 51–63. DOI: 10.37128/2520-6168-2020-3-5

16. **Яропуд В.М.**, Алієв Е.Б. Результати обстеження стану забезпечення мікроклімату в свинарнику із системою вентиляції від'ємного тиску. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. № 2 (113). С. 168–177. DOI: 10.37128/2520-6168-2021-2-17

17. Калетнік Г.М., **Яропуд В.М.** Фізико-математична модель вентиляційної системи нагнітання чистого повітря у тваринницьких приміщеннях. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. № 3 (114). С. 4–15. DOI: 10.37128/2520-6168-2021-3-1

18. Калетнік Г.М., **Яропуд В.М.** Симуляція процесу тепломасообміну теплообмінника побічно-випарного типу. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2022. № 1 (116). С. 4–15. DOI: 10.37128/2520-6168-2022-1-1

19. **Яропуд В.М.**, Купчук І.М., Бурлака С.А. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів адаптивного тритрубного теплоутилізатора тваринницьких приміщень. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2022. № 1 (116). С. 142–149. DOI: 10.37128/2520-6168-2022-1-17

20. Калетнік Г.М., **Яропуд В.М.** Результати чисельного моделювання геотермального охолодження у вентиляційній системі тваринницьких приміщень. *Вібрації в техніці і технологіях*. 2022. № 3 (106). С. 5–12. DOI: 10.37128/2306-8744-2022-3-1

21. Калетнік Г.М., **Яропуд В.М.**, Полєвода Ю.А. Чисельне моделювання процесу сушіння активним вентиляванням продуктів фракційної переробки бобових трав в конвективній стрічковій сушарці. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2023. № 2 (121). С. 5–15. DOI: 10.37128/2520-6168-2023-2-1

22. Калетнік Г.М., **Яропуд В.М.** Експериментальні дослідження ефективності функціонування систем забезпечення мікроклімату від'ємного тиску в тваринницьких приміщеннях. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2023. Вип. 53. С. 66–84. DOI: [10.32515/2414-3820.2023.53.66-84](https://doi.org/10.32515/2414-3820.2023.53.66-84)

Яропуд В.М. Дослідження ефективності процесу функціонування мехатронної системи забезпечення мікроклімату тваринницьких приміщень. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2024. № 1 (124). С. 56-72. DOI: 10.37128/2520-6168-2024-1-7

23. **Яропуд В.М.** Експериментальні дослідження вентиляційної системи нагнітання чистого повітря *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки*. 2024. № 4 (333). С. 251-258. DOI 10.31891/2307-5732-2024-339-4- 40

24. **Яропуд В.М.** Експериментальні дослідження повітряного теплообмінника побічно-випарного типу. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2024. № 2 (113). С. 55–65. DOI: [10.37128/2306-8744-2024-2-6](https://doi.org/10.37128/2306-8744-2024-2-6)

25. **Yaropud V.** Experimental studies of the air flow heating process in a vertical soil heat exchanger. *Machinery, energy, transport, agro-industrial complex*. 2024. № 2 (125). С. 83-90. DOI: 10.37128/2520-6168-2024-2-9

26. Yaropud V. Experimental studies of the ventilation system for the intake of contaminated air. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, 2024. Vol. 116, № 4, pp. 100–110. DOI: https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2024.04.100

27. **Yaropud V.** Algorithm of operation of the mechatronic system for providing microclimate of pigsties. *Technology, Energy, Transport AIC*. 2024. Vol. № 3 (126). P. 36-47. DOI: 10.37128/2520-6168-2024-3-4

- патент України:

28. Пришляк В.М., **Яропуд В.М.** Бабин І.А. Патент на корисну модель. Тритрубний теплоутилізатор. № 133549. Україна, МПК F24F 3/052 (2006.01); №u201811361; заяв. 19.11.2018; опубл. 10.04.2019, Бюл. № 7.

29. Гончарук І.В., **Яропуд В.М.**, Алієв Е.Б., Купчук І.М. Патент на корисну модель. Адаптивний тритрубний теплоутилізатор. № 148273 Україна, МПК F24F 3/052 (2006.01); F24F 7/04 (2006.01); №u202101276; заяв. 15.03.2021; опубл. 21.07.2021, Бюл. № 29.

30. Калетнік Г.М., **Яропуд В.М.** Патент на корисну модель. Мехатронна система забезпечення мікроклімату тваринницьких приміщень. № 148970 Україна, МПК (2021.01) A01K 1/00, F24F 3/00, F24F 3/044 (2006.01), F24F 3/14 (2006.01), F24F 6/12 (2006.01), F24F 7/007 (2006.01); №u202102133; заяв. 22.04.2021; опубл. 05.10.2021, Бюл. № 40.

31. Калетнік Г.М., **Яропуд В.М.** Патент на винахід. Мехатронна система забезпечення мікроклімату тваринницьких приміщень. № 127795 Україна, МПК (2023.01) A01K 1/00, F24F 3/00, F24F 3/044 (2006.01), F24F 3/14 (2006.01), F24F 6/12 (2006.01), F24F 7/007 (2006.01), F24F 11/00; №a202102134; заяв. 22.04.2021; опубл. 03.01.2024, Бюл. № 1.

32. Калетнік Г.М., **Яропуд В.М.** Патент на корисну модель. Мехатронна система забезпечення мікроклімату тваринницьких приміщень. № 156824 Україна, МПК (2024.01) A01K 1/00, F24F 3/00, F24F 3/044 (2006.01), F24F 3/14 (2006.01), F24F 6/12 (2006.01), F24F 7/007 (2006.01), F24F 11/00; №u 2024 00594; заяв. 05.02.2024; опубл. 07.08.2024, Бюл. № 32.

7.4 Тези і матеріали конференцій:

33. **Яропуд В.М.** Дослідження автоматичної вентиляційної системи забору повітря з тваринницького приміщення. *XXII Міжнародна науково-технічна конференція АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика»*. Київ, 17-18 листопада 2021 р.: матеріали конференції, Вінниця: «Глобус-Прес», 2021. С. 134-137.

34. **Яропуд В.М.** Дослідження особливостей функціонування адаптивної мехатронної системи забезпечення мікроклімату тваринницьких приміщень. *Виробництво сільськогосподарської продукції на основі Smart-технологій : матеріали Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (30-31 березня 2023 р., смт Глеваха) / ІМА АПВ НААН; В. В. Адамчук (гол. редактор).* – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2023. С. 156-160.

35. **Яропуд В.М.** Дослідження процесу функціонування повітряного теплообмінника для тваринницьких приміщень. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: XI Міжнародна науково-технічна конференція, смт Глеваха Київської області – м. Київ, Україна, 2-20 жовтня 2023 року: матеріали конференції. Глеваха-Київ. 2023.* С. 225-228.

36. **Яропуд В.М.** Теоретичні дослідження пневмовтрат та обґрунтування форми каналів повітряного теплообмінника тваринницьких приміщень. *Збірник тез доповідей XXIV Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки» (17–19 жовтня 2023 року).* МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2023. С. 226-229.

37. **Яропуд В.М.** Дослідження ефективності процесу функціонування повітряного теплообмінника побічно-випарного типу. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: XI Міжнародна науково-технічна конференція, смт Глеваха Київської області – м. Київ, Україна, 1-18 жовтня 2024 року: матеріали конференції. Глеваха-Київ. 2024.* С. 65-68.

38. **Яропуд В.М.** Експериментальні дослідження конструктивно-режимних параметрів вентиляційної системи для тваринницьких приміщень. *Сучасні вектори розвитку аграрної науки: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (ХДАЕУ, 17-18 вересня 2024 року).* Херсон: ХДАЕУ, 2024. С. 65-70.

39. **Яропуд В.М.** Дослідження теплообмінних процесів у повітряному теплообміннику побічно-випарного типу. *XXV Міжнародна наукова конференція «Сучасні проблеми землеробської механіки». 17–19 жовтня 2024 року.* МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. С. 342-346.

40. **Яропуд В.М.** Дослідження залежності режимних параметрів автоматичної вентиляційної системи від якості повітря в приміщенні для утримання свиней. *Інжиніринг технологій і технічних систем агропромислового комплексу. Збірник тез III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (15 листопада 2024 р.). Частина 1. Інжиніринг технічних систем агропромислового виробництва.* Дніпро. ДДАЕУ, 2024. С. 6-8.

41. **Яропуд В.М.** Експериментальне дослідження енергоефективності системи нагнітання повітря у тваринницьких приміщеннях. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали V Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Запоріжжя, 01-25 листопада 2024 р.)* / ТДАТУ: ред. кол., С. В. Кюрчев, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. С.89-83.

42. **Яропуд В.М.** Експериментальні дослідження ефективної теплової потужності U-подібного вертикального ґрунтового теплообмінника. *Збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції «Проблеми енергоефективності та автоматизації в промисловості та сільському господарстві».* – Кропивницький: ЦНТУ, 2024. С. 22-24.

43. **Яропуд В.М.** Дослідження ефективності функціонування системи вентиляції свинарського приміщення. *Всеукраїнська науково-практична конференція «Проблеми сучасної агроінженерії, енергетики і транспортних технологій в системі природокористування», 14-15 листопада 2024 року, Ніжин.* 2024. С. 32-35.

7.5 Депоновані звіти:

44. Розробка комплексу енергоефективного і ресурсощадного обладнання та перспективних технологій годівлі сільськогосподарських тварин АПК України: звіт про НДР (заключний) / Вінницький національний аграрний університет; кер. **В. М. Яропуд.** Вінниця, 2023. 327 с. № ДР 0121U108589.

45. Розробка комплексу техніко-технологічного забезпечення енерго- та ресурсощадного виробництва продукції тваринництва у рамках ЄЗК: звіт про НДР (проміжний) / Вінницький національний аграрний університет; кер. Г. М. Калетнік. Вінниця, 2023. 360 с. № ДР 0123U101794.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

1. Дисертаційна робота **Яропуда Віталія Миколайовича** на тему: **«Механіко-технологічні основи процесів забезпечення мікроклімату свинарських приміщень»** за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва є завершеною науковою працею, яка має високу актуальність, теоретичне і практичне значення. Результати досліджень у достатній мірі висвітлені в опублікованих працях. Дисертаційна робота за своєю актуальністю, науковою новизною, практичним значенням отриманих результатів, обґрунтованістю основних положень та висновків повністю відповідає Постанові Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197 щодо докторських дисертацій та вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» й паспорту спеціальності 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва за пунктами: 2. Теорія, методи аналізу та синтезу структурних і кінематичних схем, конструктивних, динамічних і енергетичних параметрів, режимів роботи й навантажень сільськогосподарських машин та обладнання; 3. Методи моделювання, прогнозування, оптимізації та розрахунків виробничих процесів, конструкцій

машин і обладнання, їх комплексів і систем стосовно різних умов функціонування; 4. Методи контролю та системи керування робочими процесами агрегатів і приводами сільськогосподарських машин та обладнання з метою забезпечення їх ефективної й надійної роботи.

2. Враховуючи актуальність теми досліджень, обґрунтованість отриманих результатів, наукову новизну і практичне значення виконаних досліджень, достатню повноту викладення матеріалів дисертації в опублікованих працях, рекомендувати дисертаційну роботу **Яропуда Віталія Миколайовича** на тему: **«Механіко-технологічні основи процесів забезпечення мікроклімату свинарських приміщень»** з врахуванням всіх зауважень та пропозицій до прилюдного захисту на засіданні спеціалізованої вченої ради Д58.052.02 за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Результати відкритого голосування: «за» – 17;
«проти» – 0;
«утримались» – 0.

Голова міжкафедрального семінару
інженерно-технологічного факультету,
доктор технічних наук, професор,
директор ВСП «Ладизинський
фаховий коледж ВНАУ»

Олег ЦУРКАН

Секретар міжкафедрального семінару
інженерно-технологічного факультету,
кандидат технічних наук, доцент

Олена ТРУХАНСЬКА