

Список використаних джерел

1. Global Report on Food Crises (GRFC) 2025.
URL: <https://www.wfp.org/publications/global-report-food-crises-grfc>
2. How AI is Transforming Modern Agriculture in 2025.
URL: <https://www.precisionfarmingdealer.com/articles/6440-how-ai-is-transforming-modern-agriculture-in-2025>
3. AI Crop Yield Prediction Optimization: 7 Ways 2026.
URL: <https://farmonaut.com/precision-farming/ai-crop-yield-prediction-optimization-7-ways-2026>
4. Smart AI Solutions to Reduce Global Food Waste.
URL: <https://signicent.com/smart-ai-solutions-to-reduce-global-food-waste/>
5. Digital Agriculture в Україні у 2025 році.
URL: <https://itukraine.org.ua/digital-agriculture-v-ukrayini-u-2025-rotsi/>

Чумак А. Д.,

здобувач вищої освіти спеціальності F3 Комп'ютерні науки

Науковий керівник: Пархоменко О.Ю., канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій Миколаївського національного аграрного університету м. Миколаїв

ІНСТРУМЕНТИ ВІЗУАЛЬНОЇ АНАЛІТИКИ ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІКРОКЛІМАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТВАРИН (НА МОЛОЧНИХ ФЕРМАХ)

Одним із ключових факторів, що впливають на продуктивність великої рогатої худоби, є мікроклімат у тваринницьких приміщеннях. Основними характеристиками мікроклімату виступають температура повітря, відносна вологість, швидкість руху повітря, рівень освітлення та температура поверхонь (зокрема, підлоги). Відхилення цих показників від оптимальних значень спричиняє стрес у тварин: за високої температури спостерігається зниження апетиту та приростів, за низької – зростання витрат корму. Поєднання високої вологості з низькою температурою сприяє виникненню простудних захворювань.

Оптимальний діапазон температури для великої рогатої худоби зазвичай становить від -4 до +18 °C [1]. Точне значення залежить від віку, породи, умов утримання та рівня годівлі. Для нормалізації температурного режиму в приміщеннях застосовують автоматизовані системи штор, вентиляторів (що інтенсивніше працюють при високій температурі та уповільнюються при низькій), а при підвищенні температури до +22 °C додатково вмикається водяне охолодження.

Для постійного контролю мікроклімату на фермах використовують технології Інтернету речей (IoT) [2]. Вони передбачають застосування спеціалізованих датчиків, які в реальному часі вимірюють температуру,

концентрацію газів, вологість тощо. Усі зібрані дані автоматично передаються до інформаційної системи, що дозволяє оперативно реагувати на зміни та підтримувати необхідні умови в автоматичному режимі.

Окрім температури та вологості, важливими показниками мікроклімату є концентрації шкідливих газів, зокрема аміаку та вуглекислого газу. Підвищений рівень цих газів негативно впливає на дихальну систему тварин, знижує продуктивність і може спричиняти захворювання. Тому сучасні системи моніторингу включають газові датчики для комплексного контролю умов утримання.

Не менш важливу роль відіграють інструменти візуальної аналітики, які дозволяють подати великі обсяги даних у наочному вигляді [3]. Візуальна аналітика охоплює графіки, дашборди, теплові карти та інші засоби. Її основна мета – виявлення теплового стресу тварин, оцінка його впливу на молочну продуктивність та мінімізація ризиків захворювань.

Для реалізації інтерактивного дослідження застосовуються сучасні інструменти, зокрема Microsoft Power BI (створення графіків, карт, аналіз даних у реальному часі), а також бібліотеки мови Python – Plotly, Matplotlib, Seaborn (інтерактивні графіки, 3D-візуалізація, веб-додатки). Особлива увага приділяється UX/UI-дизайну, який забезпечує миттєве сприйняття інформації.

Використання Power BI дозволяє агрегувати всі важливі дані в єдиному інтерфейсі, де фермер бачить не просто числові значення, а кольорові індикатори. Наприклад, якщо індекс температури та вологості (ТНІ) виходить за межі норми, відповідна ділянка на карті ферми позначається червоним кольором. Це дає змогу миттєво визначити частину корівника, де тварини зазнають перегріву. Інтерактивні графіки та дашборди дозволяють легко аналізувати ситуацію на фермі, а кольорові індикатори одразу вказують на проблемні зони.

Індекс температури та вологості (ТНІ) є одним із найважливіших показників оцінки теплового стресу у великої рогатої худоби. Його розрахунок здійснюється за формулою:

$$ТНІ=(1,8\times T+32)-(0,55-0,0055\times RH)\times(1,8\times T-26)$$

де T – температура повітря ($^{\circ}\text{C}$), RH – відносна вологість (%).

Дослідження показують, що значення ТНІ на рівні 72 вважається критичним порогом, після якого у тварин починає знижуватися молочна продуктивність і погіршується фізіологічний стан. Зокрема, при ТНІ понад 72 спостерігається зменшення надоїв та ознаки теплового стресу.

За допомогою бібліотек Python, таких як Seaborn, можна будувати графіки кореляції, які наочно демонструють зв'язок: наприклад, підвищення температури на кожні 2°C вище норми призводить до втрати приблизно 1,5 літра молока на одну корову. Важливою складовою візуальної аналітики є прогнозування: замість простого аналізу минулих даних система може передбачити настання теплового стресу на основі прогнозу погоди та поточної вологості в приміщенні.

Таблиця 1. Приклад впливу температури на добові надої молока

Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	ТНІ	Добовий надій, л/голову	Відхилення від норми, %
15	65	60	28,5	0
22	70	72	26,0	-9
28	75	82	21,5	-25
32	80	90	18,0	-37

Аналіз подібних таблиць у поєднанні з візуальними графіками дозволяє краще зрозуміти залежність між температурою та продуктивністю. Це допомагає не лише фіксувати втрати, але й визначати оптимальні умови утримання тварин для максимального збереження надоїв. Інтерактивний графік дозволяє переглянути деталі для окремої групи корів або навіть окремої тварини (за наявності смарт-нашийника). Таким чином, цифрові дані перетворюються на практичні рекомендації для персоналу.

Важливо зазначити, що впровадження таких технологій сприяє не лише підвищенню продуктивності, але й покращенню добробуту тварин. Зменшення стресових факторів позитивно впливає на імунітет, знижує ризик захворювань та підвищує тривалість продуктивного періоду. Це робить використання сучасних систем аналітики економічно вигідним для фермерських господарств.

Подальший розвиток візуальної аналітики на молочних фермах пов'язаний з інтеграцією систем моніторингу мікроклімату з іншими цифровими платформами – зокрема, з системами годівлі, управління стадом та ведення ветеринарної звітності. Об'єднання даних про температурний стрес із показниками споживання кормів, рівнем надоїв та захворюваності дозволяє створювати комплексні багатофакторні моделі продуктивності. Такі моделі можуть не лише діагностувати поточний стан тварин, але й прогнозувати довгострокові тренди, наприклад, зниження лактації в спекотні періоди року. Використання технологій машинного навчання (зокрема, LSTM-мереж для аналізу часових рядів) дає змогу підвищити точність прогнозів теплового стресу на 15–20% порівняно з класичними пороговими методами [3].

Отже, ефективний контроль мікроклімату є важливим чинником забезпечення високої продуктивності в молочному тваринництві. Сучасні інструменти візуальної аналітики дозволяють автоматизувати обробку великих масивів даних, отриманих від IoT-сенсорів. Застосування інтерактивних дашбордів та засобів візуалізації допомагає не лише виявити тепловий стрес у тварин, але й приймати обґрунтовані рішення на основі точних даних. Завдяки цьому фермери можуть оперативно реагувати на зміни клімату, що зберігає здоров'я худоби та підвищує продуктивність господарства.

Список використаних джерел

1. Dineva K., Atanasova T., Danev V. AIR QUALITY TRENDS IN LIVESTOCK BARNS. *SGEM International Multidisciplinary Scientific*

GeoConference 24, Albena, Bulgaria, 1–7 July 2024. 2024. P. 117-124.
URL: <https://doi.org/10.5593/sgem2024/6.1/s25.18>.

2. Natalia Magdalena R. Mamulak. Exploration of Dynamic Model-Based Decision Support Systems in Various Sectors: Systematic Literature Review and Visual Analysis. *International Journal of Asian Business and Management*. 2025. Vol. 4, no. 1. P. 129-146. URL: <https://doi.org/10.55927/ijabm.v4i1.33>.

3. Kim M., Kang S., Na M. H. Prediction of Milk Production in Dairy Cows Using Statistical Regression Model and Machine Learning Methods. *The Korean Data Analysis Society*. 2024. Vol. 26, no. 6. P. 1855-1867.
URL: <https://doi.org/10.37727/jkdas.2024.26.6.1855>.

Шпилюк А. В.,

здобувач вищої освіти спеціальності F3 Комп'ютерні науки

Науковий керівник: Пархоменко О. Ю., к.ф.-м.н., доцент кафедри економічної кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв

АРХІТЕКТУРА ХМАРНИХ ПЛАТФОРМ (CLOUD COMPUTING) ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЄДИНОГО ЦИФРОВОГО СЕРЕДОВИЩА АГРОХОЛДИНГУ

Цифрова трансформація аграрного сектору України є одним із стратегічних напрямів підвищення ефективності виробництва та конкурентоспроможності на міжнародних ринках. Агрохолдинги, які об'єднують десятки тисяч гектарів землі, сотні одиниць техніки та тисячі працівників, стикаються з проблемою фрагментації даних – виробнича, фінансова, логістична та метеорологічна інформація зберігається в різних системах, що унеможлиблює їхній комплексний аналіз для прийняття оперативних рішень. Вирішенням цієї проблеми є впровадження єдиного цифрового середовища на базі хмарних платформ (Cloud Computing) [1].

Єдине цифрове середовище агрохолдингу базується на трирівневій архітектурі. Нижній рівень (периферійний) включає IoT-датчики вологості ґрунту, метеостанції, GPS-трекери на техніці, дрони та супутникові знімки. Середній рівень (edge computing) забезпечує первинну обробку даних безпосередньо на полях – фільтрацію шумів, усереднення показників, компресію перед передачею. Верхній рівень (хмарний) реалізується через платформи типу AWS IoT Core, Microsoft Azure або Google Cloud, де відбувається зберігання історичних даних (data lake), їх аналітика за допомогою машинного навчання та візуалізація у вигляді дашбордів.

Основними моделями хмарних сервісів для агрохолдингів є: IaaS (інфраструктура як сервіс) – для оренди віртуальних серверів під специфічні задачі моделювання; PaaS (платформа як сервіс) – для розробки власних аналітичних додатків; SaaS (програмне забезпечення як сервіс) – для готових рішень з управління ресурсами (Agrivi, Cropio, FAS) [2]. Найбільш ефективним