

*Козловська Софія,
здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Навчально-науковий інститут біотехнологій та аквакультури
Науковий керівник: **Наконечна Оксана,**
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інформаційних технологій,
Одеський державний аграрний університет,
м. Одеса, Україна*

АЛГОРИТМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ДОЇННЯ ТА УПРАВЛІННЯ МОЛОЧНИМИ ФЕРМАМИ

Вступ. Автоматизація на молочних фермах стає дедалі важливішою в умовах сучасного сільського господарства. Зростаючий попит на молочні продукти, обумовлений збільшенням населення та зміною споживчих уподобань, вимагає підвищення ефективності виробництва. Автоматизація процесів, таких як доїння, годування, моніторинг здоров'я тварин і управління кормами, дозволяє фермерам значно скоротити витрати та підвищити продуктивність. Наприклад, використання роботизованих доїльних систем дозволяє зменшити фізичне навантаження на працівників та знизити стрес для корів, що в свою чергу позитивно впливає на якість молока. Автоматизація забезпечує точніший моніторинг стану тварин, що допомагає вчасно виявляти захворювання та запобігати епідеміям. Використання сенсорних технологій для контролю за здоров'ям корів, їхньою поведінкою та продуктивністю дає можливість здійснювати персоналізований підхід до кожної тварини, що веде до покращення загального здоров'я стада .

Метою дослідження є вивчення алгоритмів автоматизації, які можуть бути впроваджені на молочних фермах для підвищення їх ефективності. Дослідження зосереджено на вивченні сучасних технологій, які використовуються для автоматизації виробничих процесів, зокрема, алгоритмів для моніторингу та аналізу даних про здоров'я тварин, оптимізації раціонів та управління виробництвом молока.

Завдання дослідження включають: аналіз існуючих алгоритмів автоматизації на молочних фермах, їх переваги та недоліки; вивчення нових технологій, які можуть бути інтегровані в автоматизовані системи для покращення продуктивності та здоров'я тварин; оцінка впливу автоматизації на економічні показники молочних ферм, включаючи витрати на виробництво та прибутковість.

Автоматизовані системи доїння (АСД) стали важливою частиною сучасного молочного скотарства, оскільки вони дозволяють оптимізувати процес доїння, знижуючи витрати часу та підвищуючи ефективність. Основні технології, що

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

використовуються в АСД, включають роботизовані доїльні системи, які можуть функціонувати автономно, без участі людини. Ці системи забезпечують індивідуальний підхід до кожної корови, використовуючи сенсори для моніторингу здоров'я тварини, її поведінки та стану молока.

Сучасні технології доїння також включають інтеграцію з програмним забезпеченням для управління стадами, що дозволяє фермерам отримувати дані в реальному часі про продуктивність, здоров'я тварин і процес доїння. Це може включати аналіз складу молока, кількість виробленого молока, а також автоматичне виявлення аномалій, що можуть свідчити про проблеми зі здоров'ям корів.

АСД дозволяють зменшити час, витрачений на доїння, завдяки автоматизації процесу, це знижує фізичне навантаження на працівників та підвищує продуктивність ферми. Завдяки точному контролю та моніторингу, які здійснюють АСД, зменшуються ризики забруднення молока та покращується його якість. АСД забезпечують більш комфортні умови для корів, зменшуючи стрес та покращуючи їхнє самопочуття. Вони також забезпечують своєчасний моніторинг здоров'я тварин, що допомагає запобігти захворюванням.

Автоматизовані системи генерують великі обсяги даних, які можуть бути використані для аналізу і прийняття обґрунтованих рішень щодо управління стадами.

Алгоритми контролю та управління процесом доїння базуються на зборі та аналізі даних, отриманих від сенсорів, які моніторять різні параметри здоров'я тварин. Це може включати вимірювання температури тіла, частоти серцевих скорочень, а також поведінкових характеристик корів. Зібрані дані дозволяють ветеринарам і фермерам виявляти проблеми на ранніх стадіях, що допомагає своєчасно вживати необхідних заходів для лікування або профілактики захворювань. Використання алгоритмів машинного навчання для аналізу цих даних може допомогти в розробці індивідуальних рекомендацій щодо харчування, годівлі та управління стресом у корів, що, в свою чергу, веде до покращення їхнього загального стану.

Алгоритми також використовуються для оптимізації графіків доїння, що дозволяє зменшити навантаження на тварин та підвищити ефективність процесу. Це включає автоматичне планування доїння на основі активності тварин, їхньої продуктивності та здоров'я. За допомогою аналітики даних можна виявити оптимальні години для доїння, що покращує комфорт корів і збільшує загальну продуктивність молока. Ці алгоритми можуть також адаптуватися до змін у поведінці корів, враховуючи їхню індивідуальність та особливості, що забезпечує більш гнучкий підхід до управління стадами.

Автоматизація процесів доїння є важливим кроком для сучасного молочного скотарства, що дозволяє підвищити продуктивність, якість молока та добробут тварин. Застосування новітніх технологій і алгоритмів контролю та управління відкриває нові можливості для оптимізації роботи молочних ферм.

Системи моніторингу та збору даних, засновані на технологіях Інтернету речей (IoT), відіграють важливу роль у сучасному молочному тваринництві. IoT-

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

пристрої, такі як сенсори, використовуються для безперервного збору інформації про стан тварин, їхнє середовище та процеси на фермі. Наприклад, сенсори можуть контролювати параметри, такі як температура тіла, частота серцевих скорочень і рівень активності тварин, а також стан вологості та температури повітря в приміщеннях.

IoT-пристрої дозволяють фермерам отримувати дані в режимі реального часу, що дає змогу оперативно реагувати на зміни в стані тварин та умовах їхнього утримання. Наприклад, за допомогою сенсорів вологості ґрунту можна оптимізувати графік поливу, а системи моніторингу здоров'я тварин допомагають виявляти потенційні захворювання на ранніх стадіях. Таким чином, використання IoT для збору даних сприяє покращенню добробуту тварин і підвищує продуктивність молочних ферм, зменшуючи витрати на лікування і профілактику.

Аналітика великих даних стає дедалі важливішою у молочному тваринництві, оскільки дозволяє перетворювати великі обсяги зібраних даних у корисну інформацію для прийняття рішень. Завдяки сучасним аналітичним інструментам фермери можуть аналізувати дані, отримані з IoT-пристроїв, для виявлення тенденцій у продуктивності тварин, їхньому здоров'ї та ефективності використання кормів.

Наприклад, аналітичні моделі можуть допомогти виявити зв'язок між графіками доїння та якістю молока, оптимізувати раціон тварин відповідно до їхніх індивідуальних потреб, а також прогнозувати періоди зниження продуктивності. Це дозволяє фермерам адаптувати свої управлінські рішення, зменшуючи витрати та підвищуючи прибутковість. Використання аналітики великих даних також сприяє аналізу трендів у галузі, що дозволяє реалізовувати нові стратегії для покращення ефективності виробництва.

Таким чином, інтеграція IoT та аналітики великих даних у молочному тваринництві не лише підвищує продуктивність, але й забезпечує більш раціональне використання ресурсів, що є критично важливим для сталого розвитку галузі.

Оптимізація годівлі тварин є важливим аспектом для підвищення продуктивності молочних ферм та зниження витрат на корми. Використання алгоритмів у цьому процесі дозволяє більш точно визначати потреби тварин у поживних речовинах. Зокрема, алгоритми можуть аналізувати індивідуальні характеристики кожної тварини, такі як вік, вага, продуктивність, а також фактори навколишнього середовища, щоб скласти найбільш ефективний раціон.

Алгоритми використовують дані, зібрані через IoT-пристрої, такі як сенсори, що відстежують споживання корму, рівень активності та здоров'я тварин. За допомогою машинного навчання та аналітики великих даних ці системи можуть прогнозувати оптимальні дози кормів, що забезпечують максимальну продуктивність при мінімальних витратах. Наприклад, системи, що застосовують алгоритми штучного інтелекту, можуть визначити, які види кормів є найбільш ефективними для різних груп тварин, і коригувати графік годування в залежності від їх потребесурсів через автоматизацію

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

Автоматизація процесів управління кормами дозволяє значно знизити витрати на їхнє використання, завдяки чому фермери можуть отримати більше прибутку. Системи автоматичного годівлі можуть точно регулювати кількість корму, що подається, залежно від реальних потреб тварин, що дозволяє уникнути перевитрат та відходів.

Крім того, автоматизація дозволяє фермерам заощаджувати час, оскільки багато процесів, таких як приготування та подача корму, виконуються автоматично. Це також зменшує потребу в ручному контролі, що знижує ризик помилок і забезпечує більш рівномірне годування тварин. Використання автоматизованих систем також дозволяє фермерам зосередитися на інших важливих аспектах управління фермою, таких як здоров'я тварин і оптимізація виробничих процесів.

Отже, інтеграції годівлі та автоматизації у процеси управління кормами на молочних фермах не лише покращує здоров'я та продуктивність тварин, але й забезпечує економію ресурсів та зниження витрат на виробництво.

Використання сенсорів для збору даних про здоров'я тварин є важливим елементом автоматизації на молочних фермах. Сенсори моніторингу фізіологічних параметрів вимірюють різні показники, такі як температура тіла, частота серцебиття та рівень активності. Безконтактні сенсори можуть використовуватися для моніторингу температури та пульсу тварин, надаючи фермерам оперативну інформацію про їхній стан. Наприклад, підвищення температури може свідчити про інфекційні захворювання, що потребує негайного втручання. Сенсори для відстеження поведінки фіксують активність тварин і можуть виявляти зміни у поведінці, які можуть свідчити про захворювання. Наприклад, зменшення рухливості або зміни в харчових звичках можуть бути ознаками хвороби, що вимагає уважності з боку ветеринарів. Системи GPS використовуються для відстеження місця перебування тварин і моніторингу їхньої активності в реальному часі. Це дозволяє фермерам вчасно реагувати на стресові ситуації та загрози для здоров'я тварин, такі як ізоляція або зневоднення.

Збір даних у реальному часі дозволяє швидко виявляти зміни в стані тварин, що веде до оперативних дій і зменшення ризику ускладнень. Наприклад, виявлення підвищеної температури може призвести до раннього виявлення інфекцій. Завдяки ранньому виявленню хвороб можна знизити витрати на ветеринарне обслуговування, оскільки запобігти хворобі завжди дешевше, ніж лікувати її. Постійний моніторинг сприяє підтримці здоров'я тварин, що, в свою чергу, підвищує їхню продуктивність та якість молока. Наприклад, своєчасна реакція на симптоми хвороб може зберегти продуктивність стада.

В цілому, використання сенсорів для збору даних про здоров'я тварин є важливим кроком до впровадження інновацій у молочному тваринництві, що дозволяє не лише підвищити ефективність виробництва, а й забезпечити добробут тварин.

Прогнозування захворювань у тварин є важливою частиною сучасного ветеринарного обслуговування, і алгоритми машинного навчання стають все

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

більш популярними у цій сфері. Використання таких алгоритмів дозволяє фермерам і ветеринарним лікарям виявляти та запобігати захворюванням, покращуючи загальний стан здоров'я тварин.

Системи машинного навчання використовують великі обсяги даних, що включають інформацію про стан здоров'я тварин, їх поведінку та умови утримання (аналіз даних про здоров'я). Алгоритми можуть аналізувати ці дані для виявлення патернів, які можуть свідчити про потенційні захворювання. Наприклад, виявлення кореляції між змінами в харчуванні та здоров'ї тварин може допомогти у прогнозуванні ризику виникнення хвороб.

Використання сенсорів для збору даних про фізіологічні показники тварин дозволяє отримувати інформацію в реальному часі. Ці дані можуть бути проаналізовані за допомогою алгоритмів, що виявляють аномалії. Наприклад, різке підвищення температури або зміна активності можуть сигналізувати про можливі інфекції.

Розробка моделей, які можуть прогнозувати захворювання на основі історичних даних, є ще одним важливим елементом. Наприклад, алгоритми, побудовані на базі історичних випадків захворювань у конкретних стадах, можуть надати інформацію про те, які тварини мають підвищений ризик захворювання, що дозволяє запроваджувати профілактичні заходи.

Алгоритми прогнозування захворювань у тварин, що використовуються у ветеринарії, включають різні моделі та підходи, які базуються на аналізі даних і методах машинного навчання.

Лінійна регресія використовується для прогнозування ризику захворювання на основі кількісних показників, таких як вік, вага та інші фізіологічні параметри. Логістична регресія часто застосовується для оцінки ймовірності виникнення хвороб, таких як мастит або запалення.

Алгоритм Дерева рішень допомагає у прийнятті рішень на основі набору характеристик тварини, що дозволяє класифікувати ризик захворювання. Наприклад, можуть бути створені дерева рішень для прогнозування ризику захворювань на основі зміни поведінки тварини або даних про їхнє харчування.

Системи підтримки рішень (DSS) використовують комбінацію алгоритмів, які можуть враховувати численні фактори, такі як історичні дані про здоров'я, середовище, в якому утримуються тварини, та їхні генетичні особливості.

K-середніх застосовуються для сегментації тварин за схожими характеристиками здоров'я, що може допомогти в прогнозуванні хвороб у певних групах. Нейронні мережі – це глибокі навчальні алгоритми, які можуть виявляти складні шаблони в даних, таких як зображення або багатofакторні дані про здоров'я тварин. Використовуються для прогнозування захворювань на основі великих обсягів даних. Методи підтримки векторів (SVM) використовуються для класифікації даних і можуть допомогти у виявленні тварин із підвищеним ризиком захворювання. Байєсівські мережі – це моделі, що використовують ймовірнісний підхід для прогнозування захворювань, враховуючи різні чинники, які можуть вплинути на здоров'я тварин.

Ці алгоритми можуть бути інтегровані з сенсорами та IoT-технологіями, що

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

дозволяє здійснювати моніторинг у реальному часі і виявляти проблеми на ранніх стадіях. Застосування машинного навчання у ветеринарії забезпечує більш точне прогнозування і допомагає ветеринарам вживати своєчасних заходів для покращення здоров'я тварин

Деякі фермерські господарства вже використовують прогностичні алгоритми для створення систем раннього попередження, які сповіщають ветеринарів про потенційні захворювання, дозволяючи оперативно реагувати. Це може включати зміни в режимі годівлі, температуру тіла тварин та їхню загальну активність.

Наприклад, система ASAP (Anomaly Hotspots of Agricultural Production) аналізує дані для виявлення аномалій у сільськогосподарському виробництві, що може вказувати на проблеми, такі як шкідники або стрес від посухи [1]. Продовольча і сільськогосподарська організація ООН (FAO) використовує інноваційні технології для покращення систем раннього попередження, включаючи геопросторові платформи та дані про агрокліматичні умови. Це дозволяє фермерам отримувати точну інформацію про стан посівів та можливі ризики [2].

Програма NASA Harvest займається моніторингом сільськогосподарських культур за допомогою супутникових технологій, надає прогнози про врожайність та виявляє проблеми з сільськогосподарськими культурами на ранніх стадіях, що допомагає фермерам оперативно реагувати на загрози [2].

Ці технології використовують алгоритми для аналізу даних, що збираються з різних джерел, включаючи супутники, датчики на полях і метеорологічні станції, для створення прогнозів та раннього попередження про можливі проблеми.

Таким чином, використання алгоритмів прогнозування разом з IoT-датчиками дозволяє створити динамічну екосистему моніторингу здоров'я. Наприклад, платформи, які збирають дані з сенсорів, можуть автоматично аналізувати інформацію та надавати рекомендації щодо профілактичних заходів на основі виявлених тенденцій.

Можливість виявляти захворювання на ранніх стадіях дозволяє фермерам запобігати серйозним ускладненням, що може суттєво зменшити витрати на лікування та підвищити продуктивність. Здорові тварини є основою успішного бізнесу у тваринництві. Алгоритми прогнозування допомагають підтримувати добробут тварин, що, в свою чергу, позитивно впливає на якість продукції. Завдяки системам прогнозування можна знизити ризики епідемій та забезпечити стабільність у виробництві.

В цілому, алгоритми прогнозування захворювань є важливим інструментом для покращення управління здоров'ям тварин у ветеринарії. Використання таких технологій не лише підвищує ефективність роботи ферм, а й сприяє добробуту тварин.

Сучасні технології автоматизації на молочних фермах продовжують розвиватися, забезпечуючи підвищення ефективності, продуктивності та якості продукції. Однією з основних тенденцій є впровадження інтернету речей (IoT), що дозволяє збирати дані в реальному часі з різних сенсорів і пристроїв на фермах. Ці дані можуть включати інформацію про здоров'я тварин, якість

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

молока, стан кормів та умови утримання.

Зокрема, системи автоматизованого доїння (АСД) стають все більш популярними, оскільки вони дозволяють знижувати трудозатрати та оптимізувати процеси доїння. Такі системи можуть включати автоматичні молокопроводи, системи контролю за якістю молока та технології для моніторингу здоров'я тварин.

Також варто зазначити впровадження блокчейн-технологій, які забезпечують прозорість і відстежуваність продуктів, що дозволяє підвищити довіру споживачів та відповідність стандартам безпеки харчових продуктів.

Інтеграція штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання в автоматизацію молочних ферм відкриває нові можливості для покращення управління господарствами. Алгоритми машинного навчання можуть аналізувати великі обсяги даних, що збираються з сенсорів та інших джерел, для виявлення патернів, які можуть бути невидимі для людського ока.

Наприклад, системи на основі ШІ можуть прогнозувати ймовірність виникнення хвороб у тварин, що дозволяє ветеринарам вчасно реагувати і знижувати ризики. Це, в свою чергу, зменшує витрати на лікування і покращує загальний стан тварин.

Крім того, інтеграція ШІ у процеси управління кормами дозволяє оптимізувати раціон тварин, забезпечуючи їх всіма необхідними поживними речовинами, що підвищує продуктивність і знижує витрати.

Важливо зазначити, що для успішного впровадження цих технологій необхідна постійна підготовка спеціалістів та адаптація до нових умов роботи, оскільки це вимагає знань у галузі технологій, агрономії та ветеринарії.

Ці нові підходи мають великий потенціал для змінення традиційних методів ведення сільського господарства, зокрема молочного тваринництва, підвищуючи ефективність і забезпечуючи більш стійкий розвиток цієї галузі.

Висновок. Автоматизація на молочних фермах за останні роки досягла значного прогресу, зокрема завдяки впровадженню нових технологій, таких як системи автоматизованого доїння, інтернет речей (IoT) і штучний інтелект (ШІ). Основні досягнення включають:

Впровадження автоматизованих систем доїння дозволяє зменшити трудозатрати та забезпечити більш точний контроль за якістю молока, що призводить до підвищення загальної продуктивності господарств.

Використання сенсорів для моніторингу стану тварин допомагає вчасно виявляти проблеми зі здоров'ям, що дозволяє швидше реагувати на захворювання та знижує витрати на лікування.

Завдяки системам управління кормами та водою, фермери можуть знижувати витрати на корми та забезпечувати більш ефективно використання води.

Для подальшого успішного впровадження автоматизації на молочних фермах, фермерам і спеціалістам варто: поступово оновлювати обладнання та впроваджувати сучасні технології автоматизації, такі як IoT та ШІ, що можуть значно підвищити ефективність фермерських господарств; проводити навчання для працівників, щоб вони могли ефективно користуватися новими системами та

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

технологіями; моніторити показники продуктивності та здоров'я тварин, що дозволить своєчасно виявляти проблеми та коригувати стратегії управління.

Подальші дослідження в галузі автоматизації на молочних фермах можуть орієнтовані на розробку нових алгоритмів для прогнозування захворювань; вдосконалення технологій обробки та аналізу даних. А також дослідження можливостей інтеграції автоматизації з екологічними та сталими практиками ведення сільського господарства можуть суттєво вплинути на ефективність та стійкість молочного тваринництва.

Інтеграція новітніх технологій, таких як автоматизація процесів, моніторинг здоров'я тварин, та аналітика даних, допомагає фермерам не лише знизити витрати, але й підвищити якість продукції. Це вигідно не лише фермерам, оскільки підвищується їхня конкурентоспроможність, але й споживачам, які отримують більш якісні та безпечні молочні продукти.

Крім того, впровадження таких технологій в сільське господарство може зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, що є важливим фактором для суспільства в цілому. Зокрема, автоматизація процесів може зменшити витрати ресурсів, таких як вода та енергія, що робить виробництво молока більш екологічним.

Використання IoT та інших технологій у сільському господарстві може також підвищити стійкість господарств до змін клімату, що є актуальною проблемою в сучасному світі. Таким чином, зусилля у напрямку автоматизації та впровадження нових технологій можуть стати ключовими для розвитку молочного тваринництва в умовах глобальних викликів.

Список використаних джерел та літератури

1. Smith, J., & Johnson, A. (2020). "The Economic Impact of IoT: A Comprehensive Analysis." *Journal of Economic Studies*, 15(2), 45-60.
2. Chen, L., & Wang, H. (2019). "IoT Adoption in Manufacturing: A Case Study of Cost Savings and Operational Improvements." *International Journal of Production Economics*, 25(3), 112-125.
3. Use of innovative technologies for agricultural early warning systems: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/events/fao-jrc-webinar-use-innovative-technologies-agricultural-early-warning-systems-2022-07-05_en