

*Крупко Ольга,
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*

МОНІТОРИНГ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТВАРИН

Вступ. Моніторинг фізіологічних показників тварин є важливим інструментом для забезпечення здоров'я, підвищення продуктивності, профілактики епідемій та економічної ефективності в аграрному секторі.

В умовах сучасного сільського господарства та ветеринарної медицини впровадження автоматизованих систем допомагають монітори фізіологічні показники, такі як температура тіла, частота серцебиття і дихання, що дозволяє виявляти ознаки захворювань на ранніх стадіях. Це дає змогу своєчасно реагувати на проблеми зі здоров'ям, що підвищує виживаність і добробут тварин.

Регулярний моніторинг дозволяє відстежувати фізичний стан тварин, що прямо впливає на їхню продуктивність (молочність, приріст ваги, якість м'яса). Завдяки отриманим даним, фермери можуть коригувати умови утримання, раціон харчування і режим годівлі для досягнення кращих результатів.

Системи моніторингу можуть виявляти зміни в поведінці або фізіологічних показниках, які можуть бути попереджувальними знаками епідемій. Це дозволяє швидко вживати заходів для ізоляції і лікування хворих тварин, запобігаючи розповсюдженню захворювань.

Аналіз фізіологічних показників тварин дозволяє виявити, як навколишнє середовище впливає на їхнє здоров'я. Це може допомогти у вдосконаленні умов утримання (освітлення, вентиляція, температура), що позитивно позначається на добробуті тварин.

Запровадження систем моніторингу дозволяє зменшити витрати на ветеринарні послуги та лікування, оскільки запобігання хворобам є набагато дешевшим, ніж їх лікування. Крім того, підвищення продуктивності тварин веде до збільшення прибутків фермерських господарств.

З розвитком технологій Інтернету речей (IoT), великих даних та штучного інтелекту, моніторинг фізіологічних показників став більш доступним та ефективним. Це відкриває нові можливості для автоматизації процесів збору

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

даних та їх аналізу. Таким чином, успішне впровадження систем для автоматизованого моніторингу здоров'я тварин може суттєво покращити добробут тварин та загальну ефективність сільського господарства.

Мета роботи: дослідити сучасні технології моніторингу фізіологічних показників тварин, їх алгоритми та ефективність, а також надати рекомендації щодо впровадження таких систем у сільське господарство для покращення добробуту тварин.

У моніторингу фізіологічних показників тварин важливу роль відіграють сенсори та датчики, які дозволяють здійснювати безперервний збір даних про їхній стан. Розглянемо деякі типи сенсорів, які часто використовуються для збору фізіологічних показників:

1. Акселерометри вимірюють прискорення та рух тварини в просторі. Ці датчики можуть фіксувати активність, звички руху та поведінку тварини.

2. Термометри вимірюють температуру тіла тварини. Існують різні типи термометрів, зокрема ректальні, інфрачервоні та контактні.

3. Пульсоксиметри вимірюють рівень кисню в крові тварини та частоту серцебиття. Ці сенсори працюють за принципом фотоплетизмографії, яка базується на вимірюванні змін у обсязі крові.

4. Додаткові сенсори: тонометри - для вимірювання артеріального тиску тварин; глюкометри - для контролю рівня цукру в крові, особливо у тварин з діабетом; датчики вологості та температури середовища - для моніторингу умов утримання тварин, що може вплинути на їхнє здоров'я.

Використання сенсорів та датчиків у моніторингу фізіологічних показників тварин дозволяє отримувати актуальну інформацію про їхній стан, що сприяє своєчасному виявленню проблем і прийняттю рішень щодо ветеринарної допомоги. Різноманіття сенсорів дозволяє формувати цілісну систему моніторингу, яка забезпечує підвищений рівень догляду за тваринами.

Збір та обробка даних з сенсорів є важливими етапами в системах моніторингу фізіологічних показників тварин. Ефективні алгоритми обробки даних забезпечують точність і надійність отриманої інформації. Розглянемо основні алгоритми для збору та обробки даних, включаючи фільтрацію шумів та згладжування даних.

1. Перш ніж обробляти дані, їх потрібно зібрати. Зазвичай це здійснюється через бездротові або дротові комунікаційні протоколи, такі як Bluetooth, Wi-Fi або Zigbee.

2. Дані, отримані з сенсорів, можуть містити шум, викликаний зовнішніми факторами або неточностями в вимірюваннях. Фільтрація шумів допомагає покращити якість даних. Основні методи фільтрації включають, наприклад:

алгоритм «Калманів фільтр», який використовує інформацію з попередніх вимірювань для оцінки поточного стану системи. Він корисний для прогнозування та оцінки, оскільки здатний адаптуватися до змін у даних;

метод «Фільтрація середнім» полягає в розрахунку середнього значення з декількох сусідніх точок даних. Наприклад, простий середній фільтр може взяти значення з трьох останніх вимірювань, щоб зменшити вплив шуму;

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

метод «Медійний фільтр» використовується для видалення аномальних значень (викидів). Він замінює значення в серії даних на медіану сусідніх значень, що дозволяє зменшити вплив екстремальних значень.

3. Згладжування даних допомагає усунути коливання та покращити сприйняття трендів у даних. Основні методи згладжування включають:

метод сгладжування з використанням ковзної середньої, як і фільтрація середнім, обчислює середнє значення даних за певний період (вікно) і замінює всі значення на отримане середнє. Це може бути просте ковзне середнє або зважене, де більш свіжі значення мають більшу вагу;

метод експоненціального згладжування який в переважній більшості відбирає останні дані (актуальні) і менше – даним попередніх періодів, тому корисний для адаптації до змін у даних;

метод поліноміального згладжування використовує поліноміальні функції для апроксимації даних, що дозволяє зменшити коливання в довгострокових трендах.

4. Для збору та обробки даних можна використовувати мікроконтролери або міні-комп'ютери, такі як Arduino або Raspberry Pi. Вони можуть бути запрограмовані на збір даних з сенсорів у реальному часі, обробку цих даних з використанням вищезазначених алгоритмів і передачу результатів на сервер або мобільний пристрій.

Застосування алгоритмів фільтрації шумів та згладжування даних є критично важливими для забезпечення точності і надійності інформації, отриманої з сенсорів. Це дозволяє ветеринарам та власникам тварин приймати обґрунтовані рішення щодо здоров'я тварин та оптимізації їх утримання.

Обробка та аналіз даних, отриманих із сенсорів для моніторингу фізіологічних показників тварин, є важливим кроком для перетворення первинних даних у корисну інформацію. Основні методи аналізу включають статистичний аналіз, алгоритми машинного навчання та спеціальні алгоритми для виявлення аномалій. Розглянемо ці методи детальніше.

Статистичні методи є основою для аналізу будь-яких даних і використовуються для виявлення основних характеристик та закономірностей у даних. Це розрахунок середнього значення, медіана, стандартне відхилення, кореляційний аналіз.

Машинне навчання стає все більш популярним методом для аналізу великих обсягів даних, особливо в системах, які відстежують здоров'я тварин у реальному часі. Регресійний аналіз використовується для прогнозування значень показників на основі попередніх даних. Наприклад, можна передбачити зміну температури або серцебиття на основі тенденцій у попередніх вимірах. Кластеризація допомагає групувати тварин за схожими фізіологічними характеристиками, що дозволяє виявити типові стани або аномалії в одній групі тварин. Класифікація використовується для класифікації фізіологічних показників як нормальних або аномальних, наприклад, нормальна температура або ознаки лихоманки. Нейронні мережі та глибоке навчання - ці підходи можуть бути корисними для аналізу складних даних і виявлення прихованих закономірностей у змінах стану

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

тварин.

Виявлення аномалій є важливим для швидкого реагування на потенційні загрози для здоров'я тварин. Алгоритми виявлення аномалій можуть виявляти нестандартні показники або різкі зміни в поведінці чи фізіологічних даних. Найпростіший підхід застосування порогових значень, коли визначаються допустимі межі для кожного показника (наприклад, температура тіла тварини). Якщо значення виходить за ці межі, система сигналізує про можливу проблему. Метод локальної щільності аномалій, алгоритм порівнює щільність даних у певній локальній області з іншими ділянками. Якщо щільність різко відрізняється, то показник вважається аномалією. Методи на основі машинного навчання (наприклад, Isolation Forest), алгоритми створюють моделі для виявлення точок, які відрізняються від нормальної поведінки. Це дозволяє виявляти більш складні аномалії.

У системах моніторингу використовуються методи аналізу часових рядів для виявлення змін у динаміці фізіологічних показників. Аномальні зміни у часі можуть сигналізувати про проблему зі здоров'ям тварини.

Для кращого розуміння стану тварин результати аналізу можуть бути представлені у вигляді графіків, таблиць або інтерактивних дашбордів. Це допомагає ветеринарам або власникам тварин швидко оцінювати поточний стан тварин і виявляти можливі проблеми.

Таким чином, методи обробки та аналізу даних дозволяють системам моніторингу тварин виявляти потенційні загрози для здоров'я на ранніх етапах. Статистичний аналіз надає базову інформацію про стан тварин, алгоритми машинного навчання дозволяють передбачати тенденції та аномалії, а спеціальні алгоритми виявлення аномалій гарантують точну і швидку реакцію на зміни у фізіологічних показниках.

Системи сповіщення дозволяють швидко реагувати на потенційні загрози здоров'ю. Такі системи використовують алгоритми для генерації сповіщень на основі зібраних даних, що дозволяє відстежувати стан тварин у режимі реального часу та попереджати про можливі проблеми.

Найпростіших і найефективніших підходів для моніторингу фізіологічних показників - сповіщення на основі порогових значень. Порогові значення визначаються для кожного фізіологічного показника, таких як температура тіла, частота серцебиття, або рівень активності. Наприклад, нормальна температура для певного виду тварин може коливатися в межах від 37°C до 39°C. Якщо показник виходить за ці межі, система генерує сповіщення.

У деяких випадках порогові значення можуть бути адаптивними й змінюватися залежно від умов, наприклад, зростання активності в певні періоди доби. Це забезпечує більш гнучке налаштування сповіщень відповідно до природної динаміки фізіологічних показників. Наприклад, якщо температура тіла тварини перевищує 40°C, система негайно надсилає сповіщення ветеринару або власнику для негайної реакції.

Сповіщення на основі предиктивної аналітики. Алгоритми машинного навчання аналізують історичні дані, щоб передбачати розвиток подій. Метод

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

аналізу часових рядів дозволяє прогнозувати майбутні показники на основі їхніх попередніх змін. Наприклад, можна передбачити, коли температура тіла тварини може досягти критичних значень на основі поточної динаміки. Алгоритми прогнозування трендів можуть виявляти тренди у фізіологічних показниках і генерувати сповіщення заздалегідь. Наприклад, якщо частота серцебиття поступово збільшується, але ще не перевищила порогове значення, система може попередити про можливий стрес або захворювання. Алгоритми аномалії в даних можуть навчатися на нормальних даних для кожної тварини і виявляти аномалії. Коли певні показники виходять за межі звичайного діапазону, навіть без перевищення порогових значень, система може генерувати попереджувальні сповіщення.

Наприклад, якщо алгоритм прогнозує підвищення температури тіла до критичних рівнів протягом наступних кількох годин, система сповіщення може надіслати попередження заздалегідь, щоб ветеринар або власник могли вжити заходів.

Сучасні системи можуть інтегрувати кілька підходів для забезпечення більш точних і надійних сповіщень.

Системи сповіщення можуть бути налаштовані для різних рівнів пріоритетності:

- попереджувальні сповіщення використовуються для інформування користувачів про потенційні загрози або зміни у фізіологічних показниках, що потребують уваги. Наприклад, якщо активність тварини зменшується, але ще не досягла критично низького рівня, система може надіслати попередження;

- аварійні сповіщення надсилаються у випадках, коли фізіологічні показники перевищили критичні значення і потрібні негайні дії. Це можуть бути повідомлення про критично високу температуру або різке зниження частоти серцебиття;

- деякі системи можуть генерувати регулярні звіти про стан здоров'я тварин, навіть якщо немає аномалій. Це дозволяє власникам і ветеринарам відстежувати загальний стан тварин упродовж певного часу [3].

Таким чином, системи сповіщення для моніторингу фізіологічних показників тварин на основі порогових значень та предиктивної аналітики забезпечують ефективний та своєчасний контроль за здоров'ям тварин. Використання комбінації цих підходів дозволяє вчасно виявляти можливі загрози та забезпечувати оперативну реакцію на зміни у стані тварин, що значно підвищує рівень безпеки та збереження їхнього здоров'я.

Технології, що використовуються для створення систем моніторингу здоров'я тварин, включає в себе декілька ключових компонентів, таких як IoT, хмарні обчислення та мобільні додатки. Кожна з цих технологій відіграє важливу роль у забезпеченні ефективності та надійності систем моніторингу. Інтернет речей (IoT) – це мережа фізичних пристроїв, оснащених сенсорами, програмним забезпеченням та іншими технологіями для збирання та обміну даними через Інтернет [1].

Сенсори використовуються для вимірювання фізіологічних показників

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

тварин (температура, частота серцебиття, активність тощо). Наприклад, датчики для моніторингу температури тіла можуть бути вбудовані в нашийники тварин. IoT-пристрої передають зібрані дані в реальному часі до центральних систем для аналізу.

Системи можуть автоматично реагувати на аномалії, відправляючи сповіщення або включаючи дії, такі як активація вентиляції в приміщенні для тварин.

Хмарні обчислення надають можливість зберігати та обробляти дані на віддалених серверах через Інтернет [2].

Застосування у моніторингу здоров'я тварин: великі обсяги даних, зібраних з сенсорів, можуть бути збережені в хмарі, що забезпечує легкий доступ до них з будь-якої точки світу; хмарні платформи можуть використовувати потужні алгоритми для обробки та аналізу даних, включаючи машинне навчання для виявлення аномалій; системи можуть бути легко масштабовані в залежності від потреб, що дозволяє обробляти дані з великої кількості тварин.

Мобільні додатки дозволяють користувачам взаємодіяти з системами моніторингу через мобільні пристрої.

Системи моніторингу здоров'я тварин, що базуються на IoT, хмарних обчисленнях та мобільних додатках, створюють комплексний підхід до управління здоров'ям тварин. Вони дозволяють збирати, зберігати та аналізувати дані у режимі реального часу, що забезпечує більш ефективне виявлення проблем та своєчасне реагування на них. Це, в свою чергу, підвищує якість догляду за тваринами та їхнє здоров'я.

Як приклад, можна навести програму моніторингу активності та здоров'я собак Fitbit для тварин [4], є і інші аналоги систем моніторингу активності та здоров'я собак.

Системи моніторингу активності та здоров'я собак стають все більш популярними, і однією з таких інновацій є пристрої, подібні до Fitbit, але призначені для тварин. Вони дозволяють власникам контролювати фізичну активність, стан здоров'я та поведінку своїх чотирилапих друзів.

Пристрої відстежують кількість пройдених кроків, активний час і навіть типи активностей (прогулянки, біг, ігри), вимірюють серцебиття, температуру тіла або рівень стресу, що дає змогу виявляти потенційні проблеми зі здоров'ям, вимірюється час сну та активності, що допомагає власникам зрозуміти, чи отримує собака достатньо відпочинку.

Використовуються різноманітні сенсори, такі як акселерометри для моніторингу руху і пульсоксиметри для вимірювання серцевого ритму для передачі даних до мобільних додатків, які дозволяють власникам переглядати статистику у зручному форматі і зберігання та обробки даних в хмарі для подальшого аналізу та створення звітів.

Таким чином, відбувається регулярний моніторинг активності може сприяти контролю ваги та загальному фізичному стану собаки. У разі аномалій у фізіологічних показниках власники можуть своєчасно звернутися до ветеринара. Також власники можуть отримувати рекомендації щодо ігор та активностей, що

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

заохочують собаку до руху.

Система Fitbit для тварин не лише допомагає слідкувати за активністю, але й може суттєво поліпшити якість життя тварин завдяки своєчасному виявленню проблем зі здоров'ям. Інвестиції в такі технології стають все більш виправданими, адже вони забезпечують спокій власникам та щасливе життя їхнім улюбленцям.

Система Cowlar [5] – це система моніторингу, яка використовує датчики для відстеження фізіологічних показників корів. Система складається зі спеціальних "розумних" нашійників, які кріпляться на тварин і збирають дані про їхню активність, поведінку та стан здоров'я в режимі реального часу.

Нашійники обладнані різними датчиками, такими як акселерометри, термометри та сенсори руху. Вони збирають дані про фізіологічні показники корів, включаючи: температуру тіла; рівень активності та руху; позиції під час відпочинку та жуйки.

Cowlar використовує алгоритми для аналізу зібраних даних, щоб визначити різні поведінкові патерни корів. Наприклад, система може визначити: час, коли корова перебуває в стані стресу або хвороби; ознаки репродуктивної активності (еструсу); патерни годування та відпочинку.

Алгоритми аналізують дані й генерують сповіщення для фермерів про можливі проблеми зі здоров'ям або репродуктивним циклом корови. Це дозволяє швидко реагувати на відхилення в поведінці або фізіологічних показниках.

Дані з нашійників передаються на хмарні сервери, де вони обробляються і зберігаються. Фермери можуть отримувати доступ до цих даних через мобільні додатки або інтерфейси веб-сайтів, що дозволяє їм дистанційно контролювати стан корів.

Система може попереджати про початкові симптоми хвороб, таких як мастит або проблеми з травленням, що дозволяє почати лікування на ранніх етапах. Cowlar допомагає визначати періоди еструсу, що підвищує ефективність запліднення та зменшує кількість пропущених можливостей для розмноження.

Завдяки моніторингу в реальному часі, фермери отримують точні дані для ухвалення обґрунтованих рішень щодо управління стадом, що сприяє підвищенню продуктивності молочного виробництва.

Cowlar є прикладом успішної інтеграції IoT (інтернету речей) в агропромисловості, допомагаючи оптимізувати управління фермерськими господарствами.

Smartbow: GPS та RFID технології для моніторингу великої рогатої худоби - це система моніторингу, яка використовує технології GPS і RFID для відстеження великої рогатої худоби (BRX) [6]. Ця система дозволяє фермерам контролювати місцезнаходження, здоров'я та поведінку своїх тварин у реальному часі.

Smartbow використовує GPS для точного відстеження місцезнаходження корів. Це дозволяє фермерам ефективно управляти своїм стадом і вчасно реагувати на будь-які зміни.

Використання RFID-технології дозволяє автоматично ідентифікувати тварин

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

і збирати дані про їх фізіологічні показники. Це сприяє покращенню управління стадом та забезпеченню їхнього здоров'я. Система аналізує зібрані дані, що дозволяє фермерам отримувати важливу інформацію про стан здоров'я тварин, а також виявляти аномалії у їхньому поведінці.

Smartbow надсилає сповіщення про важливі події, такі як пологи або зміни в поведінці тварин, що дозволяє фермерам оперативно реагувати на ситуації.

Висновок. Таким чином, моніторинг фізіологічних показників тварин за допомогою сучасних технологій є важливим напрямком для підвищення ефективності сільського господарства та забезпечення добробуту тварин.

Здоров'я тварин є критично важливим для ефективності сільського господарства. Системи моніторингу дозволяють виявляти проблеми на ранніх стадіях, що знижує ризики втрат і підвищує продуктивність.

Температура тіла, частота серцебиття та рівень активності є ключовими показниками, що відображають стан здоров'я тварин. Їх регулярний моніторинг дозволяє вчасно реагувати на зміни у фізичному стані тварин.

Використання сенсорів і датчиків є основою для збору даних. Обробка цих даних через фільтрацію шумів і застосування статистичних методів дозволяє отримувати точні показники стану тварин. Системи сповіщення на основі отриманих даних забезпечують своєчасне інформування про відхилення від норм.

Технології IoT, хмарні обчислення та мобільні платформи стають невід'ємною частиною систем моніторингу, що дозволяє інтегрувати дані та забезпечувати доступ до них у режимі реального часу.

Аналіз таких систем, як Fitbit для тварин, Cowlar, Moocall та Smartbow, показує їхню ефективність у моніторингу фізіологічних показників тварин. Кожна з цих систем пропонує унікальні рішення для покращення добробуту тварин та підвищення продуктивності господарств.

Перспективи розвитку технологій моніторингу здоров'я тварин направлені на інтеграцію новітніх технологій, таких як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI), та розширена аналітика:

1. Завдяки використанню сучасних сенсорів, таких як акселерометри, пульсоксиметри та інші біометричні пристрої, можливо досягти більш точної оцінки фізіологічних показників тварин. Це допоможе фермерам оперативно реагувати на зміни у стані здоров'я.

2. Використання алгоритмів машинного навчання для обробки та аналізу даних може призвести до більш точного виявлення аномалій у поведінці та здоров'ї тварин. Системи зможуть самостійно навчатися на основі зібраних даних, підвищуючи свою ефективність з часом з сільськогосподарськими практиками та стати невід'ємною частиною сучасних сільськогосподарських практик. Це може включати автоматизацію процесів годівлі, управління стадом та оптимізацію використання ресурсів.

3. Використання хмарних платформ для зберігання та обробки даних з сенсорів дозволить фермерам отримувати доступ до інформації з будь-якої точки. Мобільні додатки забезпечать зручний інтерфейс для моніторингу та

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

управління станом здоров'я тварин.

4. Зростаюча увага до благополуччя тварин сприяє розвитку технологій, які не лише покращують продуктивність, а й враховують етичні аспекти утримання тварин. Це може включати впровадження систем, які дозволяють краще зрозуміти потреби тварин та покращити їхні умови життя.

Таким чином, моніторинг здоров'я тварин стає все більш інтегрованим у сільське господарство, підвищуючи ефективність, зменшуючи витрати та покращуючи добробут тварин.

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. Jones, M., et al. (2018). "Unlocking Value from IoT Data: Strategies for Monetization." *Harvard Business Review*, 40(4), 87-94.

4. Програму Fitbit для моніторингу активності та здоров'я собак. URL: <https://www.fitbark.com/>

5. Система Cowlar URL: <https://www.dairy.cowlar.com/howItWorks/>

6. Smartbow: GPS та RFID технології для моніторингу великої рогатої худоби URL: <https://www.smartbow.com/>