

*Гвасалія Варвара,
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*

ЕКОНОМІЯ РЕСУРСІВ НА ФЕРМАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ІОТ

Вступ. Сільське господарство швидко змінюється завдяки впровадженню Інтернету речей (ІоТ), який має потенціал значно підвищити продуктивність та ефективність фермерських господарств. Зростання населення і зростаючий попит на продовольство стимулюють пошук нових способів збільшення врожаїв і оптимізації ресурсів. ІоТ-технології допомагають автоматизувати та вдосконалити багато аспектів агропромислового комплексу, від моніторингу стану ґрунту і клімату до точного використання води та кормів.

Крім того, ІоТ дозволяє здійснювати моніторинг та контроль в реальному часі, що зменшує ризики, пов'язані з погодними умовами, хворобами та

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

неефективним використанням ресурсів. Завдяки цим технологіям фермери можуть не лише знижувати витрати, але й підвищувати якість продукції, забезпечуючи стабільне виробництво та екологічну безпеку.

Метою дослідження є оцінка потенціалу IoT у підвищенні ефективності управління ресурсами на фермах, включаючи зменшення витрат води, енергії та кормів.

До завдань дослідження входить аналіз існуючих технологій IoT, які застосовуються в сільському господарстві, а також оцінка їх впливу на продуктивність і економію ресурсів.

Оптимізація використання води є критичною для сталого сільського господарства, і IoT-технології забезпечують можливість точного контролю над витратами води. Системи моніторингу вологості ґрунту використовують сенсори, які визначають необхідність поливу, враховуючи рівень вологи та кліматичні умови. Це дозволяє скорочувати зайве використання води, забезпечуючи рослинам оптимальні умови для росту. Такі системи інтегруються з програмами для автоматизованого поливу, які вмикають або вимикають полив залежно від актуальних потреб, тим самим економлячи значні обсяги води. Застосування IoT для моніторингу рівня води також мінімізує ризики затоплення або засухи.

Ефективне використання води на фермах за допомогою IoT є важливим кроком у напрямку до сталого сільського господарства та збереження ресурсів. Системи моніторингу вологості ґрунту, інтегровані з сенсорами та автоматичними програмами управління, дозволяють фермерам не лише визначити необхідність поливу, а й зменшити зайве використання води. Завдяки точним сенсорам, IoT-системи забезпечують дані про рівень вологості ґрунту, температурні зміни, кліматичні умови та потреби конкретних культур. Це дозволяє уникати перевитрати води та сприяти оптимальному росту рослин, що позитивно впливає на врожайність [1].

Інтеграція IoT з програмами для автоматизованого поливу – важливий аспект такої системи. Використовуючи прогнози погоди та кліматичні умови, такі програми можуть автоматично вмикати чи вимикати полив, враховуючи потреби культур та ґрунтові умови. Це не тільки забезпечує оптимальні умови для розвитку рослин, але й допомагає зекономити значні обсяги води, що особливо актуально в регіонах з обмеженими водними ресурсами. Подібні системи зменшують ризик посух, що впливає на збереження врожаїв, та захищають фермерські угіддя від затоплення, яке може негативно позначитися на виробництві.

Додатково, ці дані можуть бути зібрані та проаналізовані, створюючи базу для прогнозування, що дозволяє ефективніше реагувати на зміни в кліматичних умовах і адаптувати фермерське господарство до нових викликів. Використання IoT у сфері водного менеджменту надає аграріям можливість не тільки економити ресурси, але й забезпечує більш стійке та адаптивне сільське господарство, готове до впливу зовнішніх екологічних факторів.

Застосування IoT для енергозбереження на фермах є ключовим кроком до

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

підвищення економічної ефективності та зменшення впливу на довкілля. В аграрному секторі енергія використовується для освітлення, вентиляції, обігріву, охолодження та живлення різних систем, а також для роботи машин і обладнання. Використання IoT дозволяє знижувати витрати енергії, оптимізуючи її використання через збір і аналіз даних у режимі реального часу. Завдяки інтернету речей, системи моніторингу енергоспоживання дозволяють відслідковувати потреби ферми в енергії, що дає можливість встановлювати більш ефективні графіки споживання та виявляти енергетичні втрати [2].

Однією з ключових IoT-технологій для зменшення енергоспоживання є автоматизовані сенсорні системи, які оптимізують освітлення та вентиляцію залежно від умов і часу доби. Наприклад, датчики руху й освітленості можуть вмикати або вимикати освітлення залежно від наявності людей та природного світла, що значно знижує витрати на електроенергію. Також є можливість налаштувати системи обігріву та охолодження так, щоб вони працювали лише в разі потреби, підтримуючи оптимальні умови для тварин або рослин при мінімальних витратах енергії.

Крім того, IoT-системи для управління енергоспоживанням можуть інтегруватися з відновлюваними джерелами енергії, такими як сонячні панелі або вітрові турбіни. Це дозволяє частково забезпечувати ферму енергією з альтернативних джерел, що зменшує залежність від традиційних енергоресурсів і знижує витрати на електроенергію. Інтелектуальні лічильники, які стають все більш поширеними завдяки IoT, дозволяють фермерам аналізувати дані про споживання в кожному секторі виробництва, що допомагає більш точно планувати витрати і оцінювати ефективність впроваджених енергозберігаючих технологій [3].

Таким чином, впровадження IoT у сфері управління енергоресурсами на фермах забезпечує точний контроль над споживанням енергії, зменшує витрати та підтримує екологічну стійкість, сприяючи розвитку сучасного та ефективного сільського господарства.

Контроль використання корму за допомогою IoT-технологій є критично важливим аспектом для підвищення ефективності годівлі тварин у сільському господарстві. За допомогою спеціалізованих сенсорів та систем моніторингу фермери отримують точні дані щодо споживання корму кожною твариною або групою тварин, що дозволяє коригувати кількість та склад корму відповідно до реальних потреб тварин. Це не тільки забезпечує здорове харчування, а й мінімізує перевитрати кормів, які можуть становити значну частину загальних витрат у фермерському господарстві.

Завдяки IoT-сенсорам фермери можуть отримувати інформацію в режимі реального часу про кількість спожитого корму та рівень поживних речовин у ньому, а також швидко виявляти зміни в апетиті, що може сигналізувати про можливі проблеми зі здоров'ям у тварин. Датчики також здатні аналізувати залишки корму, що дозволяє визначити оптимальні порції для кожної тварини і уникнути перевитрат. У деяких випадках такі системи підключені до автоматизованих годівниць, які регулюють подачу корму відповідно до

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

запрограмованих індивідуальних потреб тварин або груп тварин.

Застосування IoT у контролі годівлі сприяє оптимізації витрат і підтримці належного здоров'я тварин, що в кінцевому результаті підвищує продуктивність господарства. Це особливо важливо в контексті сучасних вимог сталого сільського господарства, де мінімізація втрат і зменшення впливу на навколишнє середовище є пріоритетними завданнями.

Розумні датчики та сенсори для контролю витрат у сільському господарстві є одним із ключових інструментів для підвищення ефективності використання ресурсів, зокрема води, енергії та кормів. Такі пристрої збирають дані в режимі реального часу і дозволяють здійснювати точний контроль над різними параметрами навколишнього середовища, що впливає на ріст рослин і здоров'я тварин. Сенсори вологості ґрунту, температури, освітленості та інших характеристик забезпечують повну інформацію про стан господарства, що дозволяє приймати рішення на основі фактичних потреб рослин чи тварин, а не лише орієнтуватися на загальні нормативи [2].

Для контролю витрат води розумні сенсори вимірюють вологість ґрунту на різних глибинах, температуру навколишнього середовища та враховують інші кліматичні умови. Завдяки цьому фермери можуть оптимізувати системи поливу, що призводить до зменшення споживання води і покращення умов для рослин. Дані, які отримують від таких сенсорів, автоматично передаються в систему керування поливом, яка може змінювати частоту та об'єм водопостачання в залежності від потреб культур у конкретний момент часу. Це дозволяє знизити загальні витрати води, запобігти засусі чи перезволоженню, що негативно впливає на врожайність.

Управління енерговитратами також є важливою частиною ефективного сільського господарства, і тут на допомогу приходять датчики для контролю освітлення, вентиляції та температури у теплицях чи тваринницьких приміщеннях. Завдяки цим сенсорам можна автоматично налаштовувати системи клімат-контролю, знижуючи витрати електроенергії. Наприклад, системи освітлення можуть автоматично підлаштовуватися під природне освітлення протягом дня, а вентилятори вмикаються лише за необхідності, підтримуючи оптимальні умови для тварин і рослин.

Сучасні сенсори для контролю витрат кормів допомагають відстежувати споживання тваринами, що дає змогу точніше регулювати порції, запобігати перевитраті ресурсів і забезпечувати тварин необхідними поживними речовинами. Всі ці технології об'єднуються в єдину систему, яка дозволяє контролювати та керувати витратами в режимі реального часу, що сприяє підвищенню загальної ефективності господарства, зниженню витрат і збільшенню врожайності чи продуктивності тварин [3].

Таким чином, впровадження розумних сенсорів та датчиків для контролю витрат є важливим кроком до більш стійкого і продуктивного сільського господарства, що дозволяє зберігати ресурси, знижувати витрати і підвищувати загальний рівень ефективності господарювання.

Системи прогнозування та аналізу даних для автоматизації процесів

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

відіграють вирішальну роль у сучасному сільському господарстві, дозволяючи точніше управляти ресурсами, ефективніше планувати роботи та підвищувати продуктивність фермерських господарств. Завдяки застосуванню IoT-технологій, які збирають інформацію з різноманітних датчиків, таких як сенсори вологості ґрунту, температури повітря, освітлення та інші екологічні параметри, фермери мають змогу більш детально аналізувати стан навколишнього середовища. Це дозволяє передбачати потребу в поливі, внесенні добрив, прогнозувати розвиток хвороб рослин і шкідників.

Інструменти аналізу даних, об'єднані з алгоритмами машинного навчання та штучного інтелекту, дозволяють виявляти закономірності та тренди в отриманих даних. Наприклад, аналіз даних про погоду в минулому дозволяє спрогнозувати ймовірність посухи або затяжних дощів, що дозволяє оптимізувати графіки поливу та внесення добрив. У разі автоматизації поливу система може автоматично регулювати обсяги води відповідно до прогнозу погоди, що не лише зберігає водні ресурси, але й забезпечує рослини оптимальними умовами для росту.

Крім того, системи прогнозування можуть автоматизувати процеси збору врожаю, визначаючи найкращий час для його проведення на основі температури, вологості та стану зрілості рослин. Це сприяє зниженню втрат врожаю та забезпеченню високої якості продукції. Таким чином, використання IoT у поєднанні з передовими аналітичними методами є важливим кроком у розвитку «розумного» сільського господарства, де всі процеси координуються автоматично, оптимізуючи використання ресурсів та підвищуючи ефективність аграрного бізнесу.

Використання дронів та роботів у сільському господарстві стало інноваційним підходом для підвищення ефективності та точності проведення польових операцій. Дрони забезпечують можливість швидкого й детального моніторингу сільськогосподарських угідь, що особливо корисно для великих площ. Вони обладнані камерами та сенсорами, що дозволяє збирати точні дані про стан ґрунту, вологість, рівень хвороб і шкідників, а також стан рослин. Дрони можуть також бути залучені до розпилення добрив або пестицидів, що значно скорочує час на обробку полів і зменшує витрати ресурсів. Завдяки цьому вдається забезпечити більш цільове використання агрохімікатів і мінімізувати їхній вплив на навколишнє середовище [2].

Роботи, в свою чергу, активно застосовуються для автоматизації таких завдань, як збирання врожаю, посадка та прополювання. Вони можуть працювати цілодобово, що забезпечує більш швидке та ефективне виконання робіт у періоди, коли людські ресурси обмежені. Більшість роботів обладнані штучним інтелектом, що дозволяє їм навчатися на основі великих масивів даних, адаптуючи свою роботу до специфічних умов та характеристик поля. Наприклад, деякі роботи здатні ідентифікувати та видаляти бур'яни без потреби в гербіцидах, що сприяє екологічній сталійності.

Ці технології в комплексі надають фермерам можливість приймати рішення на основі даних, оптимізуючи використання ресурсів, знижуючи витрати й

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

підвищуючи продуктивність. Використання дронів і роботів у сільському господарстві знижує необхідність у людських ресурсах, підвищує точність обробки угідь і допомагає фермерам адаптуватися до сучасних викликів, таких як зміна клімату та зростання світового попиту на продовольство.

Впровадження IoT-технологій на фермах значно підвищує ефективність виробництва. Завдяки використанню сенсорів та автоматизованих систем, фермери отримують змогу контролювати різні аспекти виробництва в реальному часі. Наприклад, IoT-системи дозволяють відстежувати стан ґрунту, рівень вологості, температуру та інші фактори, що впливають на ріст рослин. Це дає можливість оптимізувати процеси вирощування, зменшуючи час та ресурси, необхідні для досягнення бажаних результатів. Дослідження показують, що фермери, які використовують IoT, можуть підвищити врожайність на 10-30% завдяки більш точному контролю за умовами вирощування [1].

IoT-технології також допомагають зменшити витрати на обслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки. За допомогою систем моніторингу стану обладнання, фермери можуть своєчасно виявляти проблеми, що виникають, та проводити профілактичні ремонти. Це дозволяє уникнути серйозних поломок та зменшує витрати на термінове обслуговування. Наприклад, використання сенсорів для моніторингу технічного стану тракторів і комбайнів дозволяє оптимізувати графіки обслуговування, знижуючи ризик несправностей та підвищуючи загальну продуктивність техніки [1].

Завдяки IoT-технологіям, фермери можуть здійснювати точне планування використання ресурсів, що суттєво зменшує їхні втрати. Наприклад, системи автоматизованого поливу можуть використовувати дані про вологість ґрунту, щоб визначити, коли і скільки води необхідно подати рослинам. Це не лише знижує витрати на воду, але й сприяє збереженню екології. Аналогічно, точне управління витратами енергії на фермі допомагає зменшити витрати на електрику та інші ресурси. Дослідження вказують на те, що застосування IoT може зменшити витрати на ресурси до 20-30%, що є суттєвою економією для аграрних підприємств.

Таким чином, впровадження IoT на фермах не лише підвищує ефективність виробництва, але й зменшує витрати та оптимізує використання ресурсів, що є критично важливим для сталого розвитку сільського господарства.

Початкові фінансові вкладення та доступність технологій. Впровадження технологій Інтернету речей (IoT) на фермах потребує значних початкових фінансових вкладень. Вартість сенсорів, обладнання для збору даних та інфраструктури для обробки та аналізу інформації може бути досить високою, що може стати перешкодою для малих та середніх підприємств. Наприклад, фермери можуть стикатися з труднощами у фінансуванні систем автоматизації, таких як системи поливу, моніторингу здоров'я тварин або управління енергетичними ресурсами. Також, незважаючи на постійний розвиток технологій, не всі регіони мають однаковий доступ до сучасних IoT рішень, що створює нерівності у впровадженні технологій між різними господарствами.

Необхідність у навчанні персоналу. Інший важливий виклик полягає в

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

необхідності навчання персоналу, щоб ефективно використовувати IoT технології. Для оптимізації процесів на фермах необхідно, щоб працівники розуміли, як працюють системи моніторингу, аналізу даних та автоматизації. Це може вимагати додаткових ресурсів та часу для навчання, що в свою чергу може знизити продуктивність на початкових етапах впровадження. Важливо також враховувати, що не всі працівники мають достатній рівень технічної грамотності, що може ускладнити процес адаптації до нових технологій.

Останнім, але не менш важливим викликом є забезпечення безпеки даних та конфіденційності. З використанням IoT технологій на фермах збирається велика кількість даних, які можуть містити чутливу інформацію про господарства, їхніх працівників та споживачів. Відповідно, необхідно впроваджувати ефективні засоби захисту для запобігання несанкціонованому доступу до інформації. Зловмисники можуть намагатися отримати доступ до даних, що призводить до ризиків для бізнесу, таких як фінансові втрати або репутаційні шкоди. Тому важливо забезпечити безпечні канали зв'язку та системи зберігання даних, а також регулярно навчати персонал принципам безпеки.

Таким чином, хоча IoT технології мають великий потенціал для оптимізації сільського господарства, їх впровадження стикається з рядом серйозних викликів, які потребують уваги та вирішення.

Розробка нових датчиків та пристроїв для підвищення точності даних. У сучасному сільському господарстві існує постійна потреба в удосконаленні технологій для моніторингу та управління ресурсами. Розробка нових датчиків і пристроїв є одним із ключових напрямків, які можуть значно підвищити точність збору даних. Сучасні датчики, такі як сенсори вологості, температури, рН-значень та інші, забезпечують фермерів точними і своєчасними даними, що сприяє прийняттю обґрунтованих рішень. Наприклад, новітні технології дозволяють використовувати мікроелектромеханічні системи (MEMS), які значно зменшують розміри пристроїв, водночас підвищуючи їх чутливість і точність. Це дозволяє інтегрувати IoT-рішення в різноманітні аспекти агрономії, покращуючи моніторинг і контроль за здоров'ям рослин і тварин.

Інтеграція з системами машинного навчання для покращення аналізу. Використання машинного навчання в аграрній сфері відкриває нові горизонти для аналізу зібраних даних. Інтеграція IoT-пристроїв із системами машинного навчання дозволяє обробляти великі обсяги даних та виявляти закономірності, які можуть залишатися непомітними при традиційних методах аналізу. Наприклад, алгоритми машинного навчання можуть прогнозувати потреби у воді або поживних речовинах, на основі даних про погодні умови, стан ґрунту та історичні дані про врожайність. Це дає можливість фермерам своєчасно коригувати свої дії, знижуючи витрати та підвищуючи ефективність виробництва. Окрім того, такі системи можуть допомогти у виявленні ранніх ознак захворювань рослин або тварин, що дозволяє своєчасно вжити заходів.

Можливість масштабування IoT-рішень для великих та малих фермерських господарств. Однією з важливих переваг IoT-технологій є їхня гнучкість і можливість масштабування, що робить їх доступними як для великих

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

агрокомпаній, так і для малих фермерських господарств. Від малого виробництва до великих агрокомплексів – IoT-рішення можуть бути адаптовані до специфічних потреб користувачів. Малі фермери можуть впроваджувати прості системи моніторингу, які дозволять економити ресурси і підвищувати врожайність, в той час як великі агрокомпанії можуть інтегрувати складні системи для моніторингу на масштабному рівні. Таким чином, IoT створює рівні умови для всіх учасників ринку, забезпечуючи доступ до інноваційних технологій, які раніше були доступні лише великим підприємствам.

Узагальнюючи, майбутнє IoT у сільському господарстві виглядає обнадійливим. Постійний розвиток технологій та їх інтеграція з новітніми методами аналізу даних створюють нові можливості для оптимізації процесів, що в свою чергу підвищує ефективність агровиробництва.

Висновки. Впровадження технологій Інтернету речей (IoT) в сільському господарстві стало значним кроком вперед у досягненні сталого використання природних ресурсів. Основні досягнення у цій сфері включають зменшення витрат води завдяки автоматизованим системам моніторингу та управління поливом. Використання сенсорів вологості ґрунту дозволило фермерам поливати рослини лише тоді, коли це необхідно, що, у свою чергу, знижує ризик надмірного поливу та забезпечує оптимальні умови для росту культур.

Крім того, IoT-технології сприяють енергоефективності, дозволяючи фермерам контролювати споживання електроенергії у фермерських господарствах. Завдяки розумним енергосистемам, що автоматично регулюють використання електрики, фермери можуть знизити витрати на енергію та підвищити загальну ефективність виробництва. Аналогічно, моніторинг використання кормів з допомогою IoT допомагає оптимізувати раціон тварин, зменшуючи витрати на корми і покращуючи їх здоров'я.

Фермери, які прагнуть впровадити IoT-технології у свої господарства, повинні розглянути кілька ключових рекомендацій. По-перше, важливо провести оцінку потреб господарства та визначити, які саме аспекти можна оптимізувати за допомогою IoT. Це можуть бути системи моніторингу води, енергії або кормів.

По-друге, фермери повинні інвестувати в навчання та підготовку персоналу. Знання про технології IoT, їх налаштування та обслуговування є важливими для ефективного використання систем. Рекомендується також співпрацювати з технологічними компаніями для отримання професійних консультацій та допомоги у впровадженні рішень.

По-третє, фермери можуть скористатися перевагами державних програм або грантів, що підтримують впровадження нових технологій у сільському господарстві. Це може суттєво знизити фінансові витрати на модернізацію господарств.

Подальші дослідження в області IoT у сільському господарстві зосереджені в напрямках: по-перше, розвивається інтеграція IoT з іншими технологіями, такими як штучний інтелект та аналітика великих даних, що дозволить ще точніше прогнозувати потреби у ресурсах та оптимізувати їх використання; по-

Секція 4. Технології розробки інформаційних систем

друге, розробка нових більш стійких до кліматичних змін систем моніторингу, які б могли адаптуватися до різних умов ведення сільського господарства. Це включає вдосконалення сенсорних технологій та програмного забезпечення для збору та аналізу даних.

Таким чином, дослідження впливу IoT на економіку сільського господарства, зокрема в контексті зниження витрат і підвищення прибутковості, стає необхідним впровадженням цих технологій у фермерських господарствах. Це дозволить зберегти природні ресурси та підвищити загальну ефективність агропромислового виробництва.

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.