
УДК 330.3

DOI: <https://doi.org/10.32782/2304-0920/2-81-28>

Густера О. М.
Ярмоленко Р. С.

Національний авіаційний університет

ВИКОРИСТАННЯ ІОТ-ПРОЄКТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

У статті досліджено основні напрями розвитку та сучасний стан фермерських господарств України в контексті змін законодавчої бази та використання ІоТ в умовах цифровізації економіки та постійного зростання кількості зовнішніх факторів. Поняття ІоТ розглядається в контексті одного з основних факторів підвищення конкурентоспроможності фермерських господарств, які нині є найбільш уразливими до змін у навколишньому середовищі. Використання пристроїв Інтернету речей забезпечує підвищення ефективності бізнесу за рахунок автоматизації процесів у виробничому циклі, таких як зрошення, внесення добрив або ЗЗР. Саме підвищення ефективності виробництва безпосередньо впливає на прибутковість діяльності організації та її адаптивність до змін у навколишньому середовищі та економіці. Кращий контроль виробництва й підтримка більш високих стандартів якості та зростання врожаю шляхом автоматизації дає змогу сучасним сільськогосподарським підприємствам виходити на інші ринки збуту, розширювати цільову аудиторію та переходити на виготовлення готової продукції, на відміну від поставок сировини для закордонних підприємств.

Ключові слова: фермерське господарство, пристрій ІоТ, точне землеробство, метеомоніторинг, супутниковий моніторинг, аналіз ґрунту.

Постановка проблеми. Нині питання відміни мораторію на продаж земельних ділянок для ведення сільськогосподарської діяльності в Україні є одним з найбільш актуальних. У короткостроковій перспективі це може привести до певного підйому економіки та наповнення бюджету країни, але у довгостроковій перспективі, на думку більшості експертів, це призведе до негативних наслідків. Багато країн сьогодні дають змогу продавати земельні ділянки, не остерегаючись того, що це вплине на економічний стан та потенціал держави, але для України ситуація є більш гострою у зв'язку

з тим, що аграрний сектор є одним з найбільших у структурі економіки, а ігнорування проблем, що у ньому виникають, може призвести до негативних наслідків у всій економіці.

Вивільнення великої кількості земельних угідь приведе до виникнення великої кількості невеликих фермерських господарств. При цьому структура ринку на сільськогосподарському ринку України не дає змогу малим підприємствам конкурувати із середніми та великими організаціями [1, с. 34].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість публікацій, пов'язаних з проблемою роз-

витку та підвищення конкурентоспроможності фермерських господарств, не концентрується на можливості застосування сучасних технологій, приділяючи основну увагу фінансовим інструментам. Одними з ключових факторів, що стримує розвиток малого та середнього бізнесу в галузі сільського господарства, є нестабільні погодні умови, що можуть призводити до часткової або повної втрати врожаю та, як наслідок, значних збитків для підприємства.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Зменшення ступеня ризику втрат через несприятливі погодні умови є однією з головних задач, що постають сьогодні перед сільськогосподарськими підприємствами. При цьому великі організації за рахунок використання диверсифікації виробництва можуть дозволити собі знизити ризик і майже не враховувати його в процесі прийняття рішень. Для малих та середніх підприємств ця проблема залишається актуальною, але може бути частково вирішена за рахунок використання сучасних технологій.

Мета статті. Головною метою роботи є дослідження проблем функціонування фермерських господарств України в сучасних умовах та підвищення рівня їх конкурентоспроможності за умов використання Інтернету речей як одного з найбільш актуальних та перспективних напрямів розвитку інформаційних технологій.

Виклад основного матеріалу. У табл. 1 наведено залежність урожайності найбільш поширених на території України сільськогосподарських культур від площі посіву [3, с. 132].

Як видно з табл. 1, урожайність сільськогосподарських культур безпосередньо залежить від площі земель, які є в розпорядженні підприємства. Сучасний стан сільськогосподарської галузі України характеризується поступовим підвищенням концентрації капіталу та банку землі в рамках великих агропромислових холдингів. Це, з одного боку, дає змогу знизити собівартість продукції, забезпечити експорт за

конкурентоспроможними для міжнародного ринку цінами. Нині Україна експортує значну кількість сільськогосподарської продукції, та цей показник постійно зростає.

З іншого боку, у перспективі це може призвести до нераціонального використання земельних ресурсів задля збільшення прибутку у короткостроковому періоді. Досвід країн Латинської Америки свідчить про те, що повна чи навіть часткова монополізація ринку землі може призвести до катастрофічних наслідків. В результаті цього нераціональне та неконтрольоване використання земельних ресурсів призводить до їх руйнування [2, с. 4–5].

Натомість невеликі фермерські господарства більш дбайливо ставляться до земельних ресурсів. Це пов'язано перш за все з тим, що підприємства такого формату є сімейними господарствами. У цьому разі власник найбільше зацікавлений у тому, щоб якомога довше підтримувати власні земельні ділянки в нормальному стані та відновлювати їх продуктивність. Таким чином, щодо довгострокового планування, фермерські господарства є більш ефективними та доцільними, але їх частина постійно зменшується. Дедалі більше господарств укрупнюється чи розпродається, що призводить до підвищення рівня монополізації цього сектору економіки України.

Перспективними напрямками розвитку, які не дають змогу нині підвищити конкурентоспроможність фермерських господарств, є:

- метомоніторинг;
- аналіз ґрунту;
- супутниковий моніторинг;
- паралельне водіння;
- управління нормами;
- системи відеоспостереження.

Системи IoT дають змогу фермерським господарствам за мінімальних витрат автоматизувати більшу частину виробничих процесів, зменшити витрати робочого часу та підвищити ефективність прийняття рішень [4, с. 12].

Таблиця 1

Залежність урожайності від площі

Показники	Урожайність, ц/га		
	Зернові та зернобобові культури		Соняшник
	всього	зокрема, кукурудза на зерно	
З них з площею до 50,00 га	24,1	36,5	14,1
50,01–100,00 га	29,3	45,2	19,8
100,01–250,00 га	32,3	46,6	22,3
250,01–500,00 га	34,9	49,5	22,8
500,01–1 000,00 га	36,0	52,0	24,2
більше 1 000,0 га	38,4	64,1	22,5

Джерело: [2, с. 130]

Таблиця 2

Доцільність використання сучасних технологій та IoT у сільському господарстві

Вид роботи	Паралельне водіння	Управління нормами	Аналіз ґрунту	Відеоспостереження	Супутниковий моніторинг	Метеомоніторинг
Обробка ґрунту	2	0	1	0	1	0
Внесення добрив	2	2	2	0	0	1
Точний висів	2	2	1	2	1	1
Внесення ЗЗР	2	1	0	2	2	2
Підживлення	2	2	1	1	1	1
Збір врожаю	1	0	0	0	2	2

Примітка: 0 – немає потреби; 1 – потрібно; 2 – без цієї технології працювати дуже складно або неможливо

Джерело: [1, с. 54]

Особливо актуальним є використання IoT для дрібних фермерських господарств з площею до 10 га. При цьому, як правило, обробленням земельної ділянки займаються лише декілька людей, часто не використовуються наймані персонал.

У табл. 2 наведено основні роботи, які виконуються у сільському господарстві, та інструменти, за допомогою яких може бути підвищена ефективність виконання стандартних операцій.

Під час оброблення ґрунту паралельне водіння дає змогу зменшити перекриття та, відповідно, кількість проходів техніки на одній і тій самій земельній ділянці. Відповідно, зменшуються витрати палива та робочого часу. При цьому за рахунок усунення необроблених ділянок підвищується ефективність виконання цієї операції. Пристрої паралельного водіння використовують безкоштовний супутниковий сигнал або також систему корегування, що дає змогу підвищити точність позиціонування сільськогосподарської техніки. Інформацію про позицію та траєкторію руху техніки може отримувати оператор, а також одночасно керівник завдяки підключенню через мережу Інтернет. Це дає змогу надати комплексну оцінку роботи техніки та оператора, проводити моніторинг виконання операцій без затримок у часі. Одночасно з використанням пристроїв паралельного водіння може працювати система супутникового моніторингу, яка контролює пересування техніки, простої, швидкість руху, несанкціонований виїзд за межі підприємства [5, с. 40].

Перед проведенням оброблення ґрунту може виконуватися аналіз ґрунту, який дає змогу регулювати інтенсивність виконання певної операції або вибирати оптимальний час для виконання певної операції. За недостатньої або понаднормової вологості ґрунту виконання операцій може бути недоцільним або навіть шкідливим.

Так само, як і під час оброблення ґрунту, під час внесення добрив необхідно забезпечити рух техніки по певній траєкторії та з певною швидкістю за допомогою систем паралельного водіння. Однак під час здійснення цих операцій виникає потреба управління нормами, тобто на різних ділянках доцільно вносити різну кількість добрив. Це пов'язано з різним змістом речовин у ґрунті.

Точний висів та внесення добрив додатково потребують проведення метеомоніторингу. Погодні умови безпосередньо впливають на ефективність посіву та використання добрив.

Особливо актуальним питання використання систем паралельного водіння постає в процесі підживлення рослин. На відміну від операцій з внесення добрив та оброблення ґрунту, техніка пересувається полем, на якому вже є рослини. За неправильного руху одночасно з перевищенням норм внесення можливим є знищення рослин.

За допомогою інтелектуальних датчиків можна отримати такі дані, як інформація про погодні умови, якість ґрунту, прогрес у зростанні врожаю або здоров'я тварин. Ці дані можуть використовуватися як для відстеження стану господарства загалом, так і для оцінювання ефективності конкретних аспектів, таких як персонал, обладнання [6, с. 5].

Прикладами IoT-проектів, які вже успішно реалізуються у дрібних сільськогосподарських підприємствах, є:

- розумна теплиця;
- розумна ферма;
- розумний сад;

- розумний виноградник;
- розумне землекористування.

Одним з найбільш поширених прикладів використання IoT-проектів у фермерських господарствах є розумна теплиця. Під цим поняттям розуміється повністю або частково автоматизована система вирощування сільськогосподарських культур в умовах штучно створеного клімату за допомогою пристроїв Інтернету речей [7, с. 45].

Основною виробничою проблемою фермерських господарств, які використовують системи штучного клімату, є необхідність постійного моніторингу та регулювання мікроклімату у системі. При цьому витрати робочого часу збільшуються прямо пропорційно кількості обладнання та розміру організації, що приводить до зростання загальних витрат. Одночасно зі зростанням витрат можливість оперативного керування системою може бути ускладнена відсутністю єдиного координаційного центру, тобто кожна підсистема зі штучно створеним кліматом працює відокремлено, незалежно від інших. За зміни умов навколишнього середовища оператору необхідно змінити налаштування всіх підсистем, причому, як правило, вручну та безпосередньо за умов фізичної присутності біля обладнання.

Використання пристроїв Інтернету речей дає змогу при цьому вирішувати одночасно декілька таких завдань:

- зменшення витрат часу на керування та моніторинг;
- зменшення кількості персоналу;
- зменшення часу реагування;
- підвищення оперативності управління;
- підвищення гнучкості системи та адаптивності до умов навколишнього середовища.

Використання пристроїв Інтернету речей у тваринництві іноді більш доцільне, ніж у рослинництві. Більшість тварин дуже сприятлива до змін навколишнього середовища, таких як температура, освітленість, вологість повітря [8, с. 4].

Моніторинг та контроль умов утримання тварин можна автоматизувати за допомогою пристроїв Інтернету речей, які дають змогу збирати, консолідувати та передавати інформацію до центру обробки даних, при цьому керівник або оператор отримує готові відомості, що можуть використовуватися для прийняття рішень. Одночасно з надходженням інформації від пристроїв Інтернету речей використовується також контур зворотного зв'язку.

Пристрої Інтернету речей дадуть змогу одночасно з отриманням даних від датчиків виконувати певні команди, наприклад регулювання, вмикання та вимикання певних елементів [9, с. 2].

При цьому виконання команд може бути автоматизованим чи виконуватися оператором за певних умов, тобто, на відміну від систем автоматизованого управління, пристрої Інтернету речей перш за все спрямовані на забезпечення зв'язку між особою, що приймає рішення, та оперативним виконуючим елементом. Це дає змогу будувати розподілені системи управління, в яких підсистеми можуть бути територіально віддалені на десятки або сотні кілометрів одна від одної. Отже, зменшуються витрати переміщення операторів, які можуть перебувати в одному місці та швидко отримувати потрібну інформацію й приймати рішення.

Використання пристроїв Інтернету речей у садівництві та виноградарстві має певні особливості. На відміну від систем створення штучного мікроклімату, тут неможливо змінити цілком

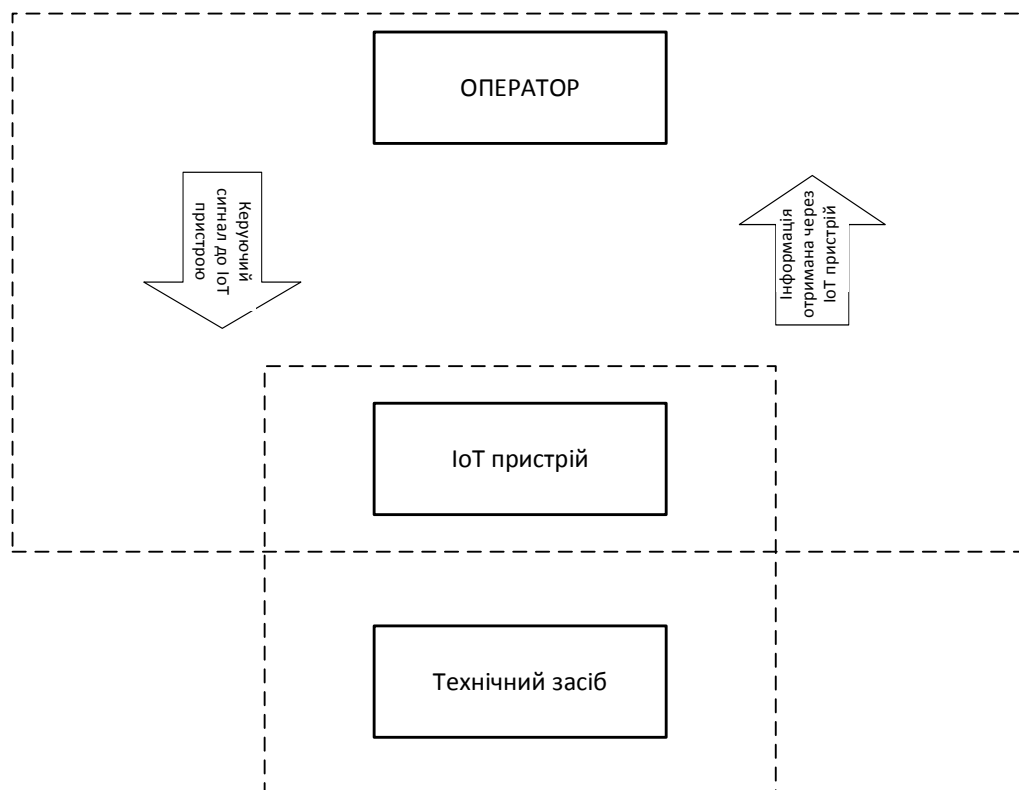


Рис. 1. Схема зв'язку між оператором, пристроєм IoT та технічним засобом

умови вирощування рослин. Це пов'язано з великими площами та технічною складністю створення системи штучного мікроклімату такого масштабу, тобто змінити умови навколишнього середовища, як правило, неможливо. В цій сільськогосподарській галузі пристрої Інтернету речей використовуються для моніторингу стану розвитку рослин та контролю наявності негативних факторів.

До негативних факторів у галузі садівництва та виноградарства, що контролюються пристроями Інтернету речей, відносять шкідливі мікроорганізми та захворювання, а також комах-шкідників. Практична реалізація процесу моніторингу негативних факторів полягає у використанні систем відеоспостереження [10, с. 5].

Недоліком статичних систем відеоспостереження є отримання інформації з певної точки. Для того щоби проводити моніторинг великих площин з використанням мінімальної кількості обладнання, використовуються дрони або роботи з відеоспостереженням. Така система, обладнана системою відеоспостереження, під час руху аналізує отриману графічну інформацію та порівнює її з внутрішньою базою даних, у якій зберігаються зображення комах-шкідників або захворювань. Отримана інформація може накопичуватися для того, щоб отримати загальну оцінку стану певної ділянки, або в режимі реального часу передаватися до оператора або особи, що приймає рішення.

Таким чином, робота, яку виконувала людина, наприклад агроном, перекладається на автоматизовані системи отримання інформації. При цьому декілька таких систем одночасно можуть проводити аналіз декількох територій, що прискорює роботу й підвищує ефективність та оперативність прийняття рішень.

Крім того, роботи або дрони можуть проводити моніторинг стану рослин автоматично з певною періодичністю без участі людини незалежно від часу доби. Перевищення певного критичного значення кількості захворювань або комах-шкідників дає змогу своєчасно передати сигнал про необхідність вжиття заходів безпеки, наприклад оброблення рослин гербіцидами.

Контроль внутрішніх процесів сільськогосподарського підприємства забезпечує зниження виробничих ризиків. Можливість прогнозувати обсяг продукції дає змогу планувати кращу дистрибуцію продукту. Якщо досить точно відомо, скільки врожаю буде зібрано, можна заздалегідь забезпечити необхідні умови для оброблення, зберігання чи реалізації продукції.

Завдяки посиленому контролю над виробництвом забезпечується управління витратами й скорочення відходів. Відстежуючи будь-які відхилення в процесах росту культур або здоров'ї тварин, маємо можливість знизити ризики втрати.

Висновки і пропозиції. Використання пристроїв Інтернету речей забезпечує підвищення ефективності бізнесу за рахунок автоматизації процесів у виробничому циклі, таких як зрошення, внесення добрив або ЗЗР. Саме підвищення ефективності виробництва безпосередньо впливає на прибутковість діяльності організації та її адаптивність до змін у навколишньому середовищі та економіці.

Кращий контроль виробництва й підтримка більш високих стандартів якості та зростання врожаю шляхом автоматизації дає змогу сучасним сільськогосподарським підприємствам виходити на інші ринки збуту, розширювати цільову аудиторію та переходити на виготовлення готової продукції, на відміну від поставок сировини для закордонних підприємств.

Список використаних джерел:

1. Андрійчук В.Г. Економіка підприємств агропромислового комплексу : підручник. Київ : КНЕУ, 2015. 783 с.
2. Калінчик М.В., Алексєнко І.М. Економіко-екологічна стратегія розвитку аграрного сектору: постановка проблеми. *Агросвіт*. 2016. № 3. С. 3–7.
3. Сільське господарство України : статистичний збірник за 2018 рік. Київ : Державний комітет статистики, 2019. 379 с.
4. NMC. "Horizon Report – 2015 Higher Education Edition". URL: <http://cdn.nmc.org/media/2015-nmc-horizon-report-HE-EN.pdf> (дата звернення: 15.03.2020).
5. Benson Ch. The Internet of Things, IoT Systems, and Higher Education EDUCAUSE review. July/August. 2016. P. 32–45.
6. Лабораторія Касперського. Інтернет речей і безпека інфраструктури. 2015. URL: <https://blog.kaspersky.ru/internet-of-things-and-cybersecurity-of-infrastructure/7394> (дата звернення: 15.03.2020).
7. Кіфорчук К.О., Грайворонський М.В. Оцінка вразливості пристроїв Інтернету речей в Україні. *Безпека інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 2017. Вип. 19. С. 45–46.
8. Leaked Mirai Source Code for Research/IoC Development Purposes. URL: <https://github.com/jgamblin/MiraiSource-Code> (дата звернення: 15.03.2020).
9. Etherington E., Conger K. Many sites including Twitter, Shopify and Spotify suffering outage. URL: <https://techcrunch.com/2016/10/21/many-sites-including-twitter-and-spotifysuffering-outage> (дата звернення: 15.03.2020).
10. Methodologies for the identification of Critical Information Infrastructure assets and services. Guidelines for charting electronic data communication network. URL: <https://www.enisa.europa.eu/publications/methodologies-for-the-identification-of-ciis> (дата звернення: 15.03.2020).

References:

1. Andriychuk V.G. Economics of agricultural enterprises: a textbook. K.: KNEU, 2015. 783 p.
2. Kalinchik M.V., Alekseenko I.M. Economic and ecological strategy of agricultural sector development: statement of the problem. *Agro-world*. 2016. № 3. P. 3–7.
3. Statistical collection "Agriculture of Ukraine" for 2018. State Statistics Committee of Ukraine. K., 2019. 379 p.
4. NMC. Horizon Report – 2015 Higher Education Edition. URL: <http://cdn.nmc.org/media/2015-nmc-horizon-report-HE-EN.pdf> (accessed 15 March 2020).
5. Benson Ch. The Internet of Things, IoT Systems, and Higher Education EDUCAUSE review. July/August 2016. P. 32–45.
6. Kaspersky Lab. Internet of things and infrastructure security. 2015. URL: <https://blog.kaspersky.ru/internet-of-things-and-cybersecurity-of-infrastructure/7394> (accessed 15 March 2020).
7. Kiforchuk K.O., Graivoronsky M.V. Vulnerability of Internet of Things devices in Ukraine. *Information security in information and telecommunication systems. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. 2017. Vol. 19. P. 45–46.
8. Leaked Mirai Source Code for Research / IoC Development Purposes. URL: <https://github.com/jgamblin/MiraiSource-Code> (accessed 15 March 2020).
9. Etherington E., Conger K. Many sites including Twitter, Shopify and Spotify suffering outages. URL: <https://techcrunch.com/2016/10/21/many-sites-including-twitter-and-spotifysuffering-outage> (accessed 15 March 2020).
10. Methodologies for the identification of Critical Information Infrastructure assets and services. Guidelines for charting electronic data communication network. URL: <https://www.enisa.europa.eu/publications/methodologies-for-the-identification-of-ciis> (accessed 15 March 2020).

Густера О. М.

Ярмоленко Р. С.

Национальный авиационный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИОТ-ПРОЕКТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Резюме

В статье исследованы основные направления развития и современное состояние фермерских хозяйств Украины в контексте изменений законодательной базы и использования IoT в условиях цифровизации экономики и постоянного роста количества внешних факторов. Понятие IoT рассматривается в контексте одного из основных факторов повышения конкурентоспособности фермерских хозяйств, которые сейчас являются наиболее уязвимыми к изменениям в окружающей среде. Использование устройств Интернета вещей обеспечивает повышение эффективности бизнеса за счет автоматизации процессов в производственном цикле, таких как орошение, внесение удобрений или СЗР. Именно повышение эффективности производства непосредственно влияет на прибыльность деятельности организации и ее адаптивность к изменениям в окружающей среде и экономике. Лучший контроль производства и поддержка более высоких стандартов качества и рост урожая путем автоматизации позволяет современным сельскохозяйственным предприятиям выходить на другие рынки сбыта, расширять целевую аудиторию и переходить на изготовление готовой продукции, в отличие от поставок сырья для зарубежных предприятий.

Ключевые слова: фермерское хозяйство, устройство IoT, точное земледелие, метеомониторинг, спутниковый мониторинг, анализ почвы.

Gustera Oleg
Yarmolenko Rostislav
National Aviation University

USE OF IOT PROJECTS TO IMPROVE COMPETITIVENESS OF FARMING

Summary

The article explores the main directions of development and the current state of Ukrainian farms in the context of changes in the legislative framework and the use of IoT in the context of the digitalization of the economy and the constant growth in the number of external factors. The concept of IoT is considered in the context of one of the main factors of increasing the competitiveness of farms, which are currently the most vulnerable to changes in the environment. The use of IoT devices provides an increase in business efficiency by automating processes in the production cycle: irrigation, fertilizing or plant protection. It is the increase in production efficiency that directly affects the profitability of the organization and its adaptability to changes in the environment and the economy. Better control of production and support of higher quality standards and crop growth through automation allows modern agricultural enterprises to enter other markets, expand their target audience and switch to manufacturing finished products, in contrast to the supply of raw materials to foreign enterprises. Work done by a person, such as an agronomist, translate into automated information systems. However, several such systems can simultaneously analyze multiple territories, which speeds up work and increases the efficiency and effectiveness of decision making. The Internet of Things devices will allow certain commands, such as adjusting, switching on and off certain elements, at the same time as receiving data from sensors. In addition, robots or drones can monitor the status of plants automatically at a certain frequency without human involvement, regardless of the time of day. Exceeding a certain critical value of the number of diseases or insect pests allows timely signaling of the need for the use of safety measures, such as treatment of plants with herbicides. Controlling the internal processes of an agricultural enterprise ensures a reduction in production risks. The ability to predict product volume allows you to plan for better product distribution. If you know exactly how much the crop will be harvested, you can provide the necessary conditions for processing, storage or sale of the products in advance.

Keywords: farming, IoT device, precision farming, meteorological monitoring, satellite monitoring, soil analysis.