

МОБІЛЬНА АГРОМЕТЕОСТАНЦІЯ ДЛЯ ОБПРИСКУВАЧІВ

Зубко Владислав Миколайовичкандидат технічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0002-2426-2772
email: zubkovladislav@ukr.net**Комісар Євгеній Олександрович**аспірант
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0002-1535-9564
email: komisar.jeka@gmail.com**Шелест Микола Сергійович**виробничий майстер
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0001-5722-8944
email: koladj1992@gmail.com**Хворост Тетяна В'ячеславівна**кандидат економічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0002-8863-8126
email: khvorost.t83@gmail.com**Данілов Сергій Михайлович**студент
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0003-4055-5564
email: sergey.danilov97@gmail.com

Якість проведення обприскування необхідно контролювати, як безпосередньо сидючи за кермом обприскувача, так же і дистанційно. Таким чином контролювати погодні умови та аналізувати параметри роботи обприскувача зможе інженер та агронома. До параметрів, які необхідно контролювати відноситься швидкість вітру, максимально допустиме значення до 5 м/с; температура повітря на рівні листа, (температури вищої, ніж вказано для даного пестициду, ефективність препарату може як знижуватись (для піретроїдів), так і підвищуватись (для карфентразону)); вологість повітря, висока вологість впливає на випаровування крапель з поверхні листа, а низька на норму внесення робочої рідини.

Інтеграція вищої освіти з сучасним аграрним бізнесом вказує на потреби останнього та ставить задачі для науки. Розроблена мобільна станція дозволяє контролювати процес внесення засобів захисту рослин та стимуляторів росту дистанційно. Отримана інформація з сенсорів дозволяє контролювати якість внесення препарату та аналізувати ефективність його внесення. Отримані дані зберігаються на хмарі і можуть бути використані у подальшому для аналізу ефективності вирощування продукції рослинництва.

Розроблена станція використовуються у Сумському НАУ для проведення обприскування дослідних полів.

Ключові слова: метеостанція, обприскувач, сила вітру, температура, вологість.

DOI: <https://doi.org/10.32845/msnau.2020.2.1>

Постановка проблеми. Під час виконання обприскування аграріям важливо знати деякі погодні параметри для визначення допустимості проведення операції. До цих параметрів відносять температуру та вологість повітря, швидкість вітру.

Як правило, агрономи знають, що при високій температурі обприскування не проводиться. А ось показник вологості повітря багато не беруть до уваги, хоча вологість часто важливіше температури. Навіть якщо температура повітря буде нижче +25 °С, при низькій вологості втрати за рахунок випаровування дрібних крапель будуть значними.

Оптимальними умовами для проведення обприскування є: температура повітря від 12 до 25 °С, вологість повітря

70-80%, швидкість вітру не більше 5-6 м / с, відсутність опадів, в тому числі туману і роси. Відхилення від оптимальних умов можуть призвести до багаторазового зниження або відсутності ефективності обробки, а також можуть завдати шкоди навколишньому середовищу. У деяких випадках допустимі незначні (порогові) відхилення при використанні спеціальних добавок і технічних новинок, засобів, що не суперечать регламенту використання конкретних препаратів. [1].

Тому, перед проведенням обприскування рекомендуємо враховувати всі ці параметри та аналізувати можливі наслідки.

Аналіз актуальних джерел. Питанням впливу метеоро-

логічних факторів на операцію обприскування займалися багато вітчизняних та закордонних вчених. Серед них Литвин Ю.О. та Строкань О.В. створили автоматизовану метеостанцію моніторингу зовнішніх погодних умов на базі ТДАТУ. Вона має можливість відправляти зібрані метеорологічні дані на сервер, де вони можуть довгостроково зберігатись. Можливості метеостанції широкі, вона може надавати погодні дані та дані вологості ґрунту в режимі реального часу, а також на основі отриманих даних провести аналіз і вирахувати оптимальний термін обприскування [2].

Ефективність використання агрометеостанцій проаналізували Біліченко О.С та Кузьменко А.М. Вони визначили, що завдяки метеостанціям аграріям простіше визначати, які технології вирощування дали найкращі результати [3].

Питанням створення та аналіз користі використання агрометеостанцій займалися багато вчених: Полько М.І., Куриляк Д.Б., Заровський Р.В., Тригуба А.М., Шолудько П.В., Михалюк А.М., Рудинець М.В., Руденко М.В. та багато інших.

В даний час на ринку представлено безліч моделей метеостанцій різних виробників. Є як імпорتنі, так і вітчизняні варіанти гарної якості з широким набором функцій.

Вибираючи конкретну модель, в першу чергу, необхідно зіставляти набір можливостей приладу до потреб підприємства. При цьому сьогодні багато виробників компонують свої метеостанції подібним набором датчиків, які, відповідно, забезпечують схожі можливості моніторингу.

Погодний сервіс від Pessl дозволяє накопичувати і зберігати дані метеоспостережень в архіві тривалий час. Ці дані можуть стати незамінним матеріалом для аналізу виробничого року і отриманої врожайності.

Метеостанції виробництва Saïros дозволяють отримувати достовірну інформацію про фактичні погодні дані, опади, температуру, вологості листа, а також з метою протестувати заявлені можливості, такі як прогноз погоди, агромоделі захворюваності і атаки шкідників. За допомогою цього обладнання отримують також рекомендації по часу обприскування, засновані на прогнозі погоди [4].

Мобільна (переносна) метеорологічна станція AG Meteo Portable складається з: штатива з чохлом, основного блока метеостанції з датчиком температури і анемометром, датчик вологості і температури ґрунту, зарядного пристрою, зарядного пристрою в прикурювач, кейса для основного блоку.

Станція може відображати як локально показники на дисплеї, також передавати дані по GSM зв'язку через канал GPRS в систему «Агроконтроль». Основні показники, які може бачити агроном, а також які передаються на сервер: температура повітря; швидкість вітру; температура ґрунту; вологість ґрунту [5].

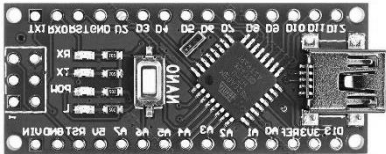

Мета статті. Обґрунтування параметрів мобільної агрометеостанції для штангових обприскувачів, що дозволить визначати реальні метеорологічні умови в зоні обприскування та контролювати властивості робочого розчину.

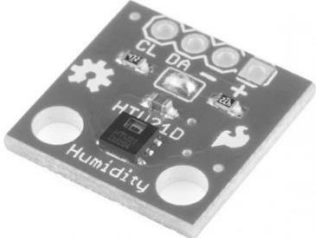


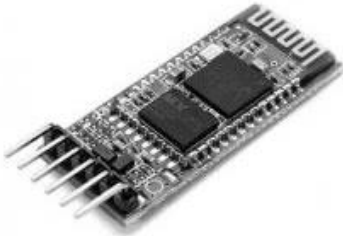

Виклад основного матеріалу. Сьогодні метеостанції - незамінний інструмент агронома, за допомогою якого можна отримати повну інформацію з полів для подальшого аналізу і конвертації, в кінцевому рахунку, в фінансовий прибуток аграріям. Розвиток систем моніторингу, до яких відносяться і метеостанції, за останні роки зробило крок далеко вперед.

Агрометеостанція необхідна для аналізу параметрів допустимих для проведення певних технологічних операцій на полі. В нашому випадку розглядаємо операцію обприскування, оскільки агрометеостанцію було розроблено для встановлення на штангу оприскувача. Це дає можливість механізатору, який знаходиться за кермом, бачити всі дані погодних умов в режимі online на екрані, що встановлюється в кабіні. Також є можливість агроному, який знаходиться поруч із агрегатом, проконтролювати отримані дані на екрані свого мобільного пристрою за допомогою спеціальної програми, яка передає дані за допомогою Bluetooth. Для контролю якісного проведення обприскування, ми вимірюємо температуру і вологість повітря, швидкості вітру та рН розчину.

В Таблиці 1 наведені модулі, які ми використовували для створення метеостанції та описуються їх функції.

Таблиця 1 - Назва та функції модулів

№ п/п	Назва модулю	Функція модулю	Фото
1.	Arduino nano	Мікроконтроллер, який поєднує роботу всіх датчиків та проводить обчислення.	
2.	Dallas ds18b20	Датчик температури цифровий. Вимірює температуру від - 55 ° C до + 125 ° C [6].	

№ п/п	Назва модулю	Функція модулю	Фото
3.	Sparkfun HTU21D	Датчик вологості і температури повітря, проте ми використовуємо його лише як датчик вологості. Використовує інтерфейс I2C. Точність вимірювання вологості повітря $\pm 2\%$ [7].	
4.	Датчик Холла цифровий біполярний US1881	Використовується для вимірювання швидкості вітру [8].	
5.	Датчик рівня рН	Двокомпонентний, складається безпосередньо із пристрою для вимірювання рН і окремого модулю, який зчитує та аналізує інформацію, що пізніше передається до Arduino [9].	
6.	Модуль Bluetooth HC-05	Використовується для передачі отриманих даних на мобільні пристрої поблизу агрометеостанції [10].	
7.	Екран LCD2004 I2C/TWI	Відображає інформацію у кабіні трактора [11].	

На відміну вже існуючим агрометеостанціям, наш винахід має один ключовий функціональний компонент, який інші виробники досі не пропонували – це рН-метр. Одна з частин якого розташовується безпосередньо в баку з робочою рідиною, що дає можливість постійно контролювати рН розчину.

Окрім цього датчики температури та вологості повітря дають можливість контролювати ці дані безпосередньо на рівні листа, оскільки вони знаходяться на штанзі опрыскувача.

Вимірювання швидкості вітру також реалізується на рівні листової поверхні, що дає можливість аналізу доцільності проведення даної операції та змогу відміни її при підвищенні швидкості вітру більше, ніж допустимо.

Для забезпечення коректної роботи всіх модулів нами було написано код у спеціальній програмі Arduino 1.8.7

(Рисунок 1).

Спеціально, для розробленої метеостанції, був створений Soft Sprey Controller, який дозволяє отримувати всю інформацію з опрыскувача шляхом відправки SMS на блок керування. Собівартість розробленої метеостанції наведені у таблиці 2.

Аналізуючи таблицю 2 видно, що собівартість розробленої метеостанції становить 8978 грн. Провівши з аналогами на ринку встановлено, що найближчим конкурентом розробки є метеостанція Lungul 650, яку сьогодні представляє компанія SkokAgro. Вартість Lungul 650 дорівнює 18330 грн. Таким чином, представлена у роботі метеостанція на 51% дешевша за найближчий аналог на ринку.

Ми на цьому не плануємо зупинятися, а будемо вдосконалювати наш винахід додавши можливість контролю даних агрометеостанції дистанційно за допомогою GSM-модулю.

```

stend_1602412371

SIM800.begin(9600); //Скорость порта для связи Arduino с GSM модулем
SIM800.println("AT");
myHumidity.begin();
attachInterrupt(0, sens, RISING); //подключить прерывание на 2 пин при повышении сигнала
}

void sens() {
  RPM = 60 / ((float)(micros() - lastflash) / 1000000) / 60 * 1.52 + 1.4; //расчет
  lastflash = micros(); //запомнить время последнего оборота
}

void loop()
{
  if (SIM800.available())
    Serial.write(SIM800.read());
  if (Serial.available())
    SIM800.write(Serial.read());

  float humd = myHumidity.readHumidity();
  float tempa = myHumidity.readTemperature();

  byte data[2]; // Место для значения температуры
}

```

Рисунок 1. Фрагмент коду, що керує модулями у агрометеостанції.

Таблиця 2. - Собівартість розробленої метеостанції

№ з/п	Назва модулю	Вартість, грн
1.	Мікроконтроллер	560
2.	Датчик температури цифровий Dallas ds18b20	110
3.	Датчик вологості і температури повітря Sparkfun HTU21D	460
4.	Датчик Холла цифровий біполярний US1881	290
5.	Датчик рівня рН, двокомпонентний складається безпосередньо із пристрою для вимірювання рН і окремого модулю, який зчитує та аналізує інформацію, що пізніше передається до мікроконтроллера	2938
6.	Модуль Bluetooth HC-05	900
7.	Екран I2C/TWI LCD2004	1220
8.	Монтажне обладнання	100
8.	Програмне забезпечення	2400
9.	Всього	8978

ВИСНОВКИ

Як показує практика якість проведення обприскування необхідно контролювати дистанційно. Такий інструмент повинен знаходитись у агронома та інженера, які контролюють погодні умови та аналізують параметри роботи обприскувача. Після аналізу літератури, можна зробити висновки, що до цих параметрів відносять: швидкість вітру; температура повітря на рівні листа; вологість повітря, висока воло-

гість впливає на випаровування крапель з поверхні листа, а низька на норму виливу робочої рідини.

Розроблена мобільна станція дозволяє контролювати процес внесення засобів захисту рослин та стимуляторів росту дистанційно. Отримана інформація з сенсорів дозволяє контролювати якість внесення препарату та аналізувати ефективність його внесення. Отримані дані зберігаються на хмарі і можуть бути використані у подальшому для аналізу

ефективності вирощування продукції рослинництва.

Порівнявши розроблену метеостанцію з аналогами на ринку встановлено, що найближчим конкурентом розробки є метеостанція Lungul 650, яку сьогодні представляє компанія SkokAgro. Вартість Lungul 650 дорівнює 18330 грн., а нашої

– 8978 грн. Таким чином, представлена у роботі метеостанція на 51% дешевша за найближчий аналог на ринку.

Розроблена станція використовується у Сумському НАУ для проведення обприскування дослідних полів.

Список використаної літератури:

1. Гузь М., Сінько В., Марченко В. Обприскування: на що слід звернути особливу увагу: [Електронний ресурс]. 2017. URL: <https://agroexpert.ua/obpriskuvanna-na-so-slid-zvernuti-osoblivu-uvagu> (дата звернення: 03.01.2021).
2. Литвин, Ю. О., Литвин, Ю. А. Автоматизована метеостанція моніторингу зовнішніх погодних умов. Матеріали доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Вплив змін клімату на онтогенез рослин». Миколаїв: [Електронний ресурс]. 2018. URL: http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/7156/1/2_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BD.pdf (дата звернення: 22.12.2020).
3. Біліченко, О. С., & Кузьменко, А. М. (2020). Агрометеостанції на допомогу виробникам овочів. [Електронний ресурс]. 2018. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/7850/1/14-16.pdf> (дата звернення: 23.12.2020).
4. Виктория Загоровская. Сам себе метеоролог. Погода с полей: чому хозяйства обзаводятся метеостанциями: [Електронний ресурс]. 2020. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/34377-sam-sebe-meteorologpogoda-s-poley-zachem-khozyaystva-obzavodyatsya-meteorostantsiyami/> (дата звернення: 27.12.2020).
5. Agrocontrol: [Електронний ресурс]. 2017. URL: <http://blog.agrocontrol.net/?p=941> (дата звернення: 27.12.2020).
6. Датчик температуры Dallas DS18B20 1-wire (10402): [Електронний ресурс]. URL: <https://beegreen.com.ua/datchik-temperaturi-dallas-ds18b20-1-wire-10402> (дата звернення: 05.01.2021).
7. Si7021 Humidity and Temperature Sensor Hookup Guide: [Електронний ресурс]. URL: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/htu21d-humidity-sensor-hookup-guide> (дата звернення: 05.01.2021).
8. Датчик Холла цифровой биполярный US1881: [Електронний ресурс]. URL: <https://www.mini-tech.com.ua/datchik-holla-cifrovoy-bipolyarniy-us1881> (дата звернення: 05.01.2021).
9. Датчик уровня pH в системах водоснабжения и водоочистки, аквариумах и бассейнах: [Електронний ресурс]. URL: https://store.smart-mac.com/p964252567-datchik-urovnya-sistemah.html?gclid=Cj0KCQjw2or8-BRCNARIsAC-ppya_myYRIIBYBSOUWlrJuoJZ9F0xIGy3bdT51SY1-azqB8-AZBiLfAaAueEEALw_wcB (дата звернення: 05.01.2021).
10. Модуль Bluetooth HC-05: [Електронний ресурс]. URL: <https://controller.in.ua/hc-05> (дата звернення: 05.01.2021).
11. I2C/TWI LCD2004 модуль дисплей для ардуино. [Електронний ресурс]. URL: <https://arduino-kit.com.ua/i2c-twi-lcd2004-modul-display-for-arduino.html> (дата звернення: 05.01.2021).

Zubko V.M., Sumy National Agrarian University (Ukraine)

Komisar E. A., Sumy National Agrarian University (Ukraine)

Shelest M.S., Sumy National Agrarian University (Ukraine)

Khvorost T.V., Sumy National Agrarian University (Ukraine)

Danilov S.M., Sumy National Agrarian University (Ukraine)

Mobile agrometostation for sprayers

The quality of the spraying must be controlled, both directly while sitting behind the wheel of the sprayer, as well as remotely. Thus, an engineer and an agronomist will be able to control weather conditions and analyze the parameters of the sprayer. The parameters that need to be monitored include wind speed, the maximum allowable value up to 5 m / s; air temperature at the writing level, (temperatures higher than those indicated for this pesticide, the effectiveness of the drug can both decrease (for pyrethroids) and increase (for carfentrazone)); air humidity, high humidity affects the evaporation of droplets from the leaf surface, and low working fluid application rate.

The integration of higher education with modern agricultural business indicates the needs of the latter and sets tasks for science. The developed mobile station allows you to control the process of applying plant protection products and growth stimulants remotely. The information received from the sensors allows you to control the quality of the drug application and analyze the effectiveness of its application. The data obtained is stored on the cloud and can be used in the future to analyze the efficiency of growing crop products.

The developed station is used in the Sumy NAU for spraying of experimental fields.

Key words: meteorological station, sprayer, wind force, temperature, humidity.

Дата надходження до редакції: 09.09.2020 р.