

Використання бездротового зв'язку для моніторингу стану насаджень методом індукції флуоресценції хлорофілу

В.М. Груша¹, Д.М. Артеменко¹, О.В. Пацко²

Abstract—Expediency of development of wireless sensors for fluorescence chlorophyll and appropriate data acquisition system is substantiated on basis of research works of V.M Glushkov Institute of Cybernetics. For purpose of wireless technologies comparison the table with its main characteristics is represented.

Key words – wireless network, fluorescence of chlorophyll, Kautsky effect, sensor, data acquisition system.

I. ВСТУП

Сучасні рівень розвитку комп'ютерних технологій і, зокрема, систем комунікації дозволяють здійснювати зручний моніторинг стану об'єктів різної природи розташованих на значних відстанях. Причому бурхливий розвиток бездротових технологій в останні роки значно скоротив затрати на встановлення та експлуатацію таких систем. В зв'язку із зростанням техногенного впливу на оточуюче середовище, перспективними в даному плані є, наприклад, системи моніторингу стану насаджень мегаполісів та сільськогосподарських угідь, оцінки якості ґрунтів та рослинного покриву.

Одним із методів отримання даних про стан рослини є індукція флуоресценції хлорофілу рослин в червоному спектрі світла, що характеризує процес проходження фотосинтезу, та реєструється при освітленні хлорофілу в синьому спектрі світла. В результаті отримується так звана крива Каутського. Наукові дослідження ряду вітчизняних та іноземних дослідників [1] свідчать про можливість застосовувати даного ефекту для експресної оцінки життєдіяльності рослин, після засухи, морозу, зчеплення, внесення пестицидів та добрив, при забрудненні території шкідливими хімічними елементами. Відповідно дає можливість зменшити

кількість нітратів в ґрунті, економити енергетичні і водні ресурси при штучному поливі, створення технологій прецизійного землеробства, автоматизувати досліджень в області фізіології рослин; визначати оптимальні дози хімічних добрив та біологічних добавок тощо.

II. ПРОВЕДЕНІ НАУКОВО-ДОСЛІДНІ РОБОТИ

В рамках програми НАН України "Сенсорні системи для медико-екологічних та промислово-технологічних потреб" в Інституті кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України створено портативний комп'ютерний прилад для визначення в експрес-режимі впливу стресових чинників на стан рослин. Портативний прилад вимірює індукцію флуоресценції хлорофілу (ІФХ) без пошкодження рослини[1].

Дослідження проведені спільно з науковими установами НАН України та УАНУ підтвердили практичну корисність приладу. Для прикладу на рис. 1 зображено приклад кривих Каутського люцерни отримані розробленим флуорометром, під час дослідного експерименту з вивчення нових способів підживлення в КНУ ім. Т. Шевченка.

При обробці кривих використовують характер зміни кривої та точки на кривій. Найбільш використовуваними є F0 (початок кривої), Fm- максимальне значення кривої та Fs – стаціонарне значення, яке встановлюється наприкінці кривої. Результати таких експериментів не завжди однозначні і для доведення істотної різниці необхідно використовувати статистичні методи, які вимагають, щонайменше 20-30 вимірів з одного варіанта, а враховуючи те що в статистичній сукупності може

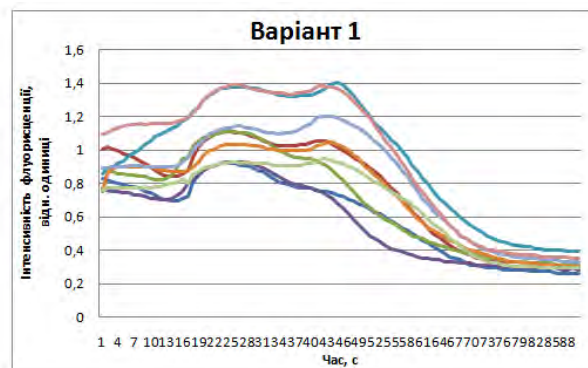
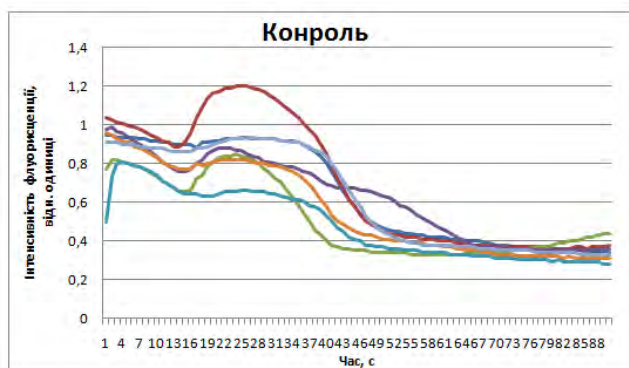


Рис. 1. Криві Каутського контрольних рослин люцерни та одного з варіантів підживлення.

¹ Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, вул. акад. Глушкова, 40, Київ, 03680, УКРАЇНА, E-mail: vhrusha@gmail.com

² Київський національний університет ім. Т. Шевченка, вул. Володимирська, 64, Київ, 01033, УКРАЇНА, E-mail: patsko_lena@ukr.net

бути до 10 і більше варіантів, то при великій кількості вимірів на це може витрачатися доволі багато часу. Наприклад, для одержання статистичної сукупності з 30 значень необхідно, щонайменше, 3,5 год., що знижує достовірність отриманих даних в зв'язку із змінами умов вимірювання (температури, вологості, освітлення тощо).

Тож, основними напрямками розвитку та модернізації портативного флуорометру є:

1) скорочення часу отримання вимірів;

2) розробка спеціалізованого комплексного програмного забезпечення, яке б дозволяло швидко обробляти дані вимірювання, з доступом до них вчених з інших партнерських установ.

Час проведення дослідного експерименту можна обчислити за формулою:

$$t_e = \frac{\sum_i^N (T_{ad} + T_m + T_{pr})}{N_d} \quad (1)$$

де t_e — час експерименту; N — загальна кількість вимірів; T_{ad} — час темної адаптації (час необхідний для приведення хлорофілу в стан спокою після розміщення кліпси на лист від 3-х до 10-ти хв.); T_m — час одного виміру; T_{pr} — час підготовки до наступного виміру (переміщення кліпси на інший лист, а при переповненні внутрішньої пам'яті приладу, додається ще

час передачі даних на ноутбук), N_d — кількість пристроїв.

III. СТАНДАРТИ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Як бачимо з (1) чим більше пристроїв тим менший час експерименту. Оскільки використання кількох пристроїв потребує збільшення кількості фахівців та збільшує вартість експерименту, то найкращим виходом є використання бездротових технологій [3][4]. Прикладом можуть бути невеликі оптичні сенсори, які б передавали дані в вузол обробки даних, яким може виступати як окремий мікропроцесорний блок, так і просто ноутбук або КПК. Певні розробки в даному напрямку ведуться закордоном [2] так і в Інституті кібернетики.

Головними критеріями при виборі тієї чи іншої технології є низьке електроспоживання, дальність зв'язку, розміри та кількість бездротових модулів. Як видно з таблиці 1 по першому критерию найбільш перспективними є Bluetooth, ZigBee, ISM діапазон. Проте Bluetooth не забезпечує необхідної дальності, та обмежує в кількості модулів. Найбільш відповідним в даному плані є прийомопередавачі на базі ZigBee або розробка системи на базі датчиків ISM діапазону.

ТАБЛИЦЯ 1

Порівняння промислових стандартів бездротового зв'язку.

	Wi-Fi	Bluetooth	433/868 (ISM)	GSM/GPRS	WiMax	ZigBee
Діапазон	2,4 ГГц	2,4 ГГц	433/868 МГц		2-11 (10-66) ГГц	2,4 ГГц
Швидкість	понад 100 Мбіт/с	721 кбіт/с	1-10 (100) кбіт/с	171 (473) кбіт/с	до 75 (134) Мбіт/с	20-250 Кбіт/с
Безпека	68/124 бітне шифрування	Автентифікація, кодування	в зал. від схеми	+	+	+
Ел. Споживання	Високе	Невисоке	невисоке	Високе	високе	невисоке
Ціна	Висока	Невисока	невисока	Висока	висока	невисока
Стандарт	IEEE802.11 b/g/n	IEEE 802.15.1. IEEE802.11	-	GSM/GPRS, EDGE	IEEE802.16	IEEE 802.14.5
Дальність	45 (90)+ м	1-10+ м	в зал. від схеми	Необмежена	50 км	1-75+ м
Застосування	Локальні мережі	Мобільні пристрої	ISM	Глобальні мережі	Мобільний інтернет	Сенсорні системи
Час роботи від батарею, днів	1-7 днів	1-7 днів	в зал. від схеми	1-7 днів	1-7 днів	100-1000
Пристроїв мережі	необмежено	7 (можливе розширення)	в зал. від схеми	необмежено	необмежено	до 65 000

III. ВИСНОВКИ

Метод індукції флуоресценції дозволяє здійснювати моніторинг функціонального стану рослин. Система збору на базі безпроводних виносних оптичних сенсорів надає значні переваги, як то скорочення вартості, часу проведення та чистоти експерименту з моніторингу стану насаджень методом флуоресценції хлорофілу. Найбільш перспективними для цього є сенсори на базі стандарту ZigBee.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- [1] Romanov V., Galelyuka I., Hrusha V., Sarakhan Ye. Biosensor for Express-Diagnostics of Plant States. // Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції «Radostim-2009- Гумінові речовини та фітогормони в сільському господарстві», м. Дніпропетровськ, 16-18 лютого 2010. - С.153-154.
- [2] <http://www.fluorimetric.com/>
- [3] <http://standards.ieee.org/getieee802/portfolio.html> — IEEE стандарти 802-ї серії