

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ МОНІТОРИНГУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

О.О. Броварець, кандидат технічних наук

Інформаційні технології та технічні засоби дозволяють забезпечити необхідну якість виконання технологічних операцій шляхом моніторингу стану сільськогосподарських угідь. Для належного виконання моніторингу стану сільськогосподарських угідь розроблена класифікація систем моніторингу, яка наочно демонструє доцільність використання того чи іншого способу моніторингу при виконанні певної технологічної операції.

Точне землеробство, моніторинг, технічні засоби.

Постановка проблеми. Сільськогосподарське виробництво характеризується нерівномірністю розподілу ресурсів у просторі і часі [1, 2, 3]. Тому одним із ключових етапів сучасних технологій сільськогосподарського виробництва (рис. 1 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**) є моніторинг агробіологічного та фітосанітарного стану сільськогосподарських угідь [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]: перед сівбою, протягом вегетації та при збиранні урожаю.

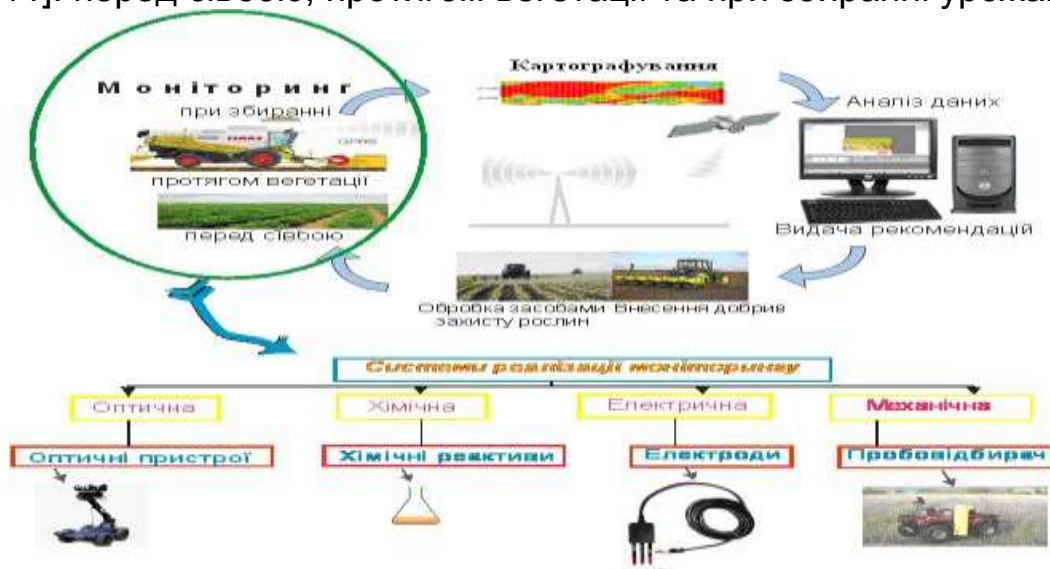


Рис. 1. Схема реалізації технологій точного землеробства.

На підставі огляду літературних джерел [2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11] складена класифікація систем моніторингу стану сільськогосподарських угідь (рис. 2).

© О.О. Броварець, 2013



Рис. 2. Класифікація систем моніторингу стану сільськогосподарських угідь.

Саме застосування знань про змінний потенціал земельних ресурсів на місцевому рівні сприяє просуванню стратегії змінних норм внесення технологічного матеріалу [1], яка спрямована на підвищення економічної ефективності і зменшення негативного впливу на виробництво продукції рослинництва шляхом диференціювання методів і норм застосування технологічних матеріалів (насіння, хімікатів тощо) відповідно до місцевих потреб та рекомендацій. Проте, однією зі слабких ланок цих технологій є дані про поле – карти поля, створення яких за допомогою існуючих методів на даному етапі займає значні витрати часу і коштів. Пошук нових шляхів моніторингу – пріоритетний напрямок розвитку технологій сільськогосподарського виробництва [1, 2, 3].

Традиційно моніторинг угідь зводиться до аналізу проб ґрунту на хімічний склад та визначення властивостей ґрунту в лабораторних умовах [12, 13]. Хімічне вимірювання в закритому режимі призводить до істотної затримки між взяттям проби та результатом аналізу. Обмежене число зразків, які можуть аналізуватися в будь-якому специфічному обладнанні, може призвести до некомплектності хімічного профілю і дає тільки часткове розуміння контрольованого процесу [13, 14]. Проте на кінцеву врожайність сільськогосподарських культур значною мірою впливає їх розвиток протягом вегетаційного періоду, що не враховують традиційні системи моніторингу основою яких є аналіз стану ґрунту [15, 16].

Одним із шляхів підвищення ефективності моніторингу стану ґрунтів за традиційними технологіями є автоматизоване керування режимами відбору проб та аналіз їх хімічного складу, розробленого згідно з передовими технологіями [16] (рис. 3).



Рис. 3. Автоматизований бур для відбору зразків ґрунтових проб.

Ці системи в автоматизованому режимі проводять аналіз проб, відібраних за певною схемою та передають дані, одержані в ході досліджень, на запам'ятовуючий пристрій для подальшої обробки. Такі системи полегшують та прискорюють контроль, зворотний зв'язок та регулювання процесу [17]. Проте ці системи не можуть забезпечити значного підвищення продуктивності моніторингу.

Тому на сучасному етапі розвитку сільськогосподарських угідь виникає необхідність використання сучасних сенсорних систем моніторингу стану сільськогосподарських угідь (рис. 4).



Рис. 4. Сучасні сенсорні системи для моніторингу стану сільськогосподарських угідь.

На даному етапі найбільшого поширення набуває використання сенсорних оптичних та електричних систем для моніторингу стану сільськогосподарських угідь. У цьому аспекті важливе місце займає використання сенсорних систем моніторингу для дослідження електропровідних властивостей ґрунту (рис. 5, рис. 6, рис. 7) та спектрометричний моніторинг стану сільськогосподарських угідь.



Рис. 5. Пристрій для визначення електропровідних властивостей ґрунту контактним методом.

Для дослідження електропровідних властивостей ґрунту використовують наступні способи:

- контактний-руйнівний спосіб моніторингу електропровідних властивостей сільськогосподарських угідь (рис. 5);
- безконтактний спосіб моніторингу електропровідних властивостей ґрунту (рис. 6, рис. 7).



Рис. 6. Пристрій для визначення електропровідних властивостей ґрунту сенсорним методом.

Широкого поширення набувають безконтактні способи моніторингу (сенсорні) стану сільськогосподарських угідь. Використання таких систем дає можливість підвищити точність отриманих показників у наслідок особливостей їх функціонування (рис. 7).

На даному етапі у сільськогосподарському виробництві поширення набуває використання мобільних автоматизованих сенсорних систем моніторингу стану сільськогосподарських угідь. Це дає змогу застосовувати мобільні автоматизовані сенсорні системи для вимірювання електропровідних властивостей ґрунту на різних агрофонах (рис. 7).



Рис. 7. Мобільний пристрій для визначення електропровідних властивостей ґрунту сенсорним методом.

Дані отримані з використанням таких пристроїв (рис. 8) представляються у вигляді картограм величини наведеної напруги на вимірювальних сенсорах у геовизначених координатах по кожній з експериментальних ділянок. Картограма дозволяє виділити зони однорідності характеристик ґрунту, що у подальшому дозволить різко зменшити витрати на ручний відбір зразків ґрунту для виконання лабораторного агрохімічного аналізу.

Широкого поширення набувають переносні системи моніторингу, які дозволяють оперативно контролювати стан сільськогосподарських угідь. Зокрема, використання пенетрометрів, що дає можливість контролювати ущільнення ґрунту, та визначити

наявність ґрунтової «підшви», що утворилась у наслідок обробітку сільськогосподарських угідь за традиційною схемою (плуг) (рис. 8).



Рис. 8. Пенетрометр для визначення властивостей ґрунту.

При вимірюванні поживних речовин у ґрунті використовують електроди (рис. 9), які мають можливість функціонувати в безперервному режимі і при цьому з великою точністю проводити оцінку кількості певної речовини в одиниці об'єму ґрунту (вимірювати об'ємну концентрацію).



Рис. 9. Іон-селективні електроди для моніторингу стану сільськогосподарських угідь.

Огляд досліджень у напрямку підвищення ефективності моніторингу дає змогу стверджувати, що на даному етапі розвитку інформаційних технологій виникає необхідність використання принципово нових способів [18, 19, 20, 21, 22, 23, 24], які сприяють покращенню ефективності та якості моніторингу, знижують затрати на виконання даної операції. Дослідження вітчизняних та закордонних науковців [22, 23, 24] вказують на необхідність широкого поширення методів аналізу агробіологічного та фітосанітарного стану сільськогосподарських угідь неконтактними методами із застосуванням оптичних систем, зокрема систем технічного зору.

Широкого поширення у сільськогосподарському виробництві набувають переносні оптичні системи (системи технічного зору), які використовуються агрономами, як мікроскопи для моніторингу стану сільськогосподарських угідь. Знімки отримані з таких приладів дають можливість у польових або лабораторних умовах діагностувати стан сільськогосподарських угідь на ранніх фазах розвитку рослин (рис. 10).



Рис. 10. Оптичні системи (системи технічного зору) моніторингу стану сільськогосподарських угідь.

Спектрометричний моніторинг дозволяє визначити вміст поживних речовин у ґрунті, рослині у режимі реального часу протягом вегетаційного розвитку рослин. Завдяки таким даним можна встановити необхідну норму його внесення для позакореневого та кореневого підживлення, забезпечити локально-стрічкове диференційоване внесення мінеральних добрив на основі отриманих даних моніторингу варіабельності параметрів сільськогосподарського поля [18]. Таким чином, схема сучасного управління агробіологічним потенціалом сільськогосподарського агропідприємства (рис. 15) передбачає наявність загальних елементів: склад технологічних матеріалів, виробництво, склад нафтопродуктів сільськогосподарських підприємств та новітніх елементів для ефективного функціонування сільськогосподарського виробництва шляхом підвищення якості виконання технологічних операцій. Зокрема, важливим елементом цих технологій є безперервний моніторинг стану сільськогосподарських угідь за трьома напрямками: супутниковий моніторинг (реалізація за допомогою супутників), аеромоніторинг (з використанням літальних апаратів) та ближній моніторинг (за допомогою рухомих транспортних засобів). Така організація дає можливість сформулювати модель стану агробіологічного потенціалу поля та прийняти керівнику (інженеру, агроному, начальнику відділу, голові господарства, начальнику відділу при міністерстві) прийняти ефективні рішення для управління агробіологічним потенціалом поля. Причому керівник може проводити аналіз рішень дистанційно незалежно від власного місця розміщення з використанням мобільних обчислювальних засобів (рис. 11). Отримання

достовірних даних можливо лише з використанням новітніх систем та науково обґрунтованих підходів до управління агробіологічним потенціалом поля.



Рис. 11. Схема сучасного управління агробіологічним потенціалом поля.

Висновки

Виходячи з вищенаведених фактів, можна зробити висновок, що на даному етапі розвитку сільського господарства та інформаційних технологій закономірним є формування нового напрямку підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва – моніторингу стану сільськогосподарських угідь, основним елементом якого є створення бази даних – агробіологічного стану полів, при цьому важливо розробити методику відповідного калібрування, обробки, погодження з іншими даними та представлення у відповідній формі для ефективного їх подальшого використання.

Нині продовжується розвиток сучасних способів і засобів автоматизації керування технологічними операціями моніторингу. Виникає необхідність створення засобів автоматизації, заснованих на перспективній науково-технічній базі, що випереджає розвиток фундаментальних знань. Це досягається шляхом вирішення завдання постійного розширення бази знань та поглиблення експериментальних досліджень.

Список літератури

1. Кравчук В. Інтегрована система технологій керованого землеробства / В. Кравчук, С. Любченко, О. Ковтуненко // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України:

- зб. наук. праць. – Дослідницьке, 2009. – Вип. 13 (27). – С. 117–119.
2. *Гричанов И. Я.* Пути автоматизации сбора, обработки и использования информации для прогноза и сигнализации появления вредителей сельскохозяйственных культур / И.Я. Гричанов, Л.Н. Карпиловский // Агрометеорологические ресурсы и производственные процессы в растениеводстве», 18–21 марта 1991г.: тезисы докл. – Киев, 1991. – С. 147–149.
 3. *Желибо Л.П.* Возможности аэровизуальных обследований при использовании различных авиационных технических средств / Л.П. Желибо, С.В. Клищенко // Агрометеорологические ресурсы и производственные процессы в растениеводстве, 18–21 марта 1991г. : тезисы докл. – Киев, 1991. – С. 166–167.
 4. *Небесный В.Б.* Использование дистанционного спектрофотометрического метода для оценки состояния посевов озимых культур / В.Б. Небесный, А.В. Миролюбов // Агрометеорологические ресурсы и производственные процессы в растениеводстве, 18–21 марта 1991г. : тезисы докл. – Киев, 1991. – С. 183–184.
 5. *Astrand B.* An Agricultural Mobile Robot with Vision-Based Perception for Mechanical Weed Control. / B. Astrand, A. Baerveldt // Autonomous Robots. – 2002. – № 13. – P. 21–35.
 6. *Robot Control using Machine Vision* / [J. Blasco, N. Aleixos, J. Roger, G. Rabatel, E. Molto] // Biosystems Engineering. – 2002. – № 83. – P. 149–157.
 7. *Некос А.Н.* Дистанційні методи досліджень в екології : навчальний посібник / Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2007. – 372 с.
 8. *Інтегрована система керованого землеробства – необхідний засіб новітніх технологій* / В. Кравчук, С. Любченко, В. Войновський, В. Сербій // Техніка і технології АПК. – 2009. – № 1 (вересень). – С. 32–34.
 9. *Сиротинко О.В.* Система аерокосмічного сільськогосподарського агромоніторингу. Система дослідження та моделювання в землеробстві / О.В. Сиротинко // Зб. наук. праць. – К.: Нива, 1998. – С. 286–293.
 10. *Географічні інформаційні системи* / [за редакцією проф. М. Ван Мервіна, доц. С. С. Кохан]. – Київ: НАУ, 2003. – 207 с. – (Роботу написано в рамках проекту Tempus–Tacis).
 11. *Косолап Н.* За дымовой завесой / Косолап Н. // Зерно. – 2008. – № 9(29) сентябрь. – С. 76–103.
 12. *Посудин Ю.И.* Лазерная фотобиология / Посудин Ю.И. – К.: Вища шк., 1989. – 246 с.
 13. *Посудін Ю.І.* Біофізика / Посудін Ю.І. – К.: Урожай, 1995. – 224 с.
 14. *Сиротинко О.В.* Моніторинг агроресурсів засобами дистанційного зондування / О.В. Сиротинко // Агроекологічний журнал. – 2007. – № 2. – С. 53–56.
 15. *Мозговой Д.К.* Использование многоспектральных снимков для классификации посевов сельхозкультур / Д.К. Мозговой, О.В. Кравец // Екологія та ноосферологія. – 2009. – Т. 20, № 1–2. – С. 54–58.
 16. *Гарантовано адаптивне управління агровиробництва продукції рослинництва з використанням даних дистанційного зондування Землі* / В. Кравчук, С. Любченко, С. Козелков, Г. Баранов // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. праць. – Дослідницьке, 2008. – Вип. 13 (27). – С. 252–254.
 17. *Порицький Г.О.* Геодезія: [підручник] / Порицький Г.О., Новак Б.І., Рафальська Л.П. – К.: «Арістей», 2007. – 260 с.
 18. *Патент на корисну модель № 70505, Польовий спектрометр для тестування стану рослинності.* Опуб. 11.06.2012, Бюл.№ 11.

19. *Американская техника и промышленность*: [сборник рекламных материалов: Сельскохозяйственная техника фирмы «Чилтон Ко» (США) В/О «Внешторггреклама» (СССР) / рук. группы Г.П. Разумов]. – Москва, 1978. – Выпуск VII. – 157 с.
20. *Методология* оценки реальной опасности (риска) пестицидов для операторов: материалы международной конференции / Потапов А.И., Ракицкий В.Н., Ильницкая А.В. [и др.] // *Здоровье, окружающая и производственная среда, безопасность труда в сельском хозяйстве на рубеже двух тысячелетий*. – К. – 1998. – С.11–12.
21. *Шумилин В.М.* Авиационная техника высокоэкономичная / В.М. Шумилин, В.Г. Пушкин // *Защита растений*. – 1990. – № 3. – С.45–46.
22. *Аналіз* можливостей космічних засобів отримання географічних даних [Електронний ресурс] / А.В. Мельник. – Режим доступу:
23. http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Znpviknu/2009_20/vip20-50.pdf.
24. *Шаповалов Є.В.* Засоби технічного зору як елемент зворотного зв'язку в системах стеження дугового зварювання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.13.07 «Автоматизація технологічних процесів» / Є.В. Шаповалов. – Київ, 2006. – 19 с.

Информационные технологии и технические средства позволяют обеспечить необходимое качество выполнения технологических операций путем мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий. Для надлежащего выполнения мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий разработанная классификация систем мониторинга, которая наглядно демонстрирует целесообразность использования того или другого способа мониторинга при выполнении определенной технологической операции.

Точное земледелие, мониторинг, технические средства.

Information technologies and hard wares allow to provide necessary quality of implementation of technological operations by monitoring of the state of agricultural lands. For the proper implementation of monitoring of the state of agricultural lands the developed classification of the systems of monitoring, which evidently demonstrates expedience of the use of that or other method of monitoring at implementation of definite technological operation.

Exact agriculture, monitoring, hardware.