УДК 631.171:519.87

ПРИСТРІЙ ДЛЯ СЕНСОРНОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ

Косяк Антон Сергійович, студент 3 курсу агробіологічного факультету
Науковий керівник: к.т.н. Броварець О.О.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Пошук ефективних сенсорних систем моніторингу стану сільськогосподарських угідь – пріоритетний напрямок розвитку сучасного сільськогосподарського виробництва. Найбільшу ефективність моніторингу з використанням таких систем показали сенсорні системи моніторингу електропровідних властивостей грунтового середовища.

Ключові слова: точне землеробство, моніторингу, сенсорні системи.

Вступна частина.

Досліджувана проблема та її значення. Огляд сучасних літературних джерел та наукових розробок [1] показує, що останніми роками відбувається процес інтеграції натурального (органічного, або біологічного), біодинамічного, екстенсивного, інтенсивного (промислового) та no-till землеробств з новітніми технологіями, зокрема з системою точного (СТЗ) та системою інформаційного землеробства (СІЗ). При цьому останній напрям є найбільш актуальним та перспективним для умов України.

Важливою задачею точного землеробства є так званий «management units» - територіальних одиниць з подібними параметрами просторової неоднорідності, де повинні використовуватися однотипні технології обробітку сільськогосподарських культур. Неоднорідність ґрунту можна представити як ієрархічну підпорядкованість явищ. Питання про шкалу вимірювання неоднорідності. Звичайно, неоднорідність порівняно просто вираховується, коли порівнюються об’єкти вимірюються кількісно і при цьому використовуються кількісні критерії. Неоднорідність вважають фактором,

відповідальним за біорізноманіття, тому що завдяки їй формується екологічна складова і забезпечується багатогранність організмів ґрунту [2].

Сучасні методики та засоби реєстрації властивостей ґрунту. Очевидно, що для правильної організації управління якістю навколишнього природного середовища абсолютно необхідною умовою є організація системи моніторингу. Для оцінки стану навколишнього середовища важлива об'єктивна оперативна інформація про критичні чинники антропогенної дії, про фактичний стан біосфери і прогнози її майбутнього стану. Існує проблема організації спеціальних систем спостережень, контролю і оцінки стану природного середовища (моніторингу) як в місцях інтенсивної антропогенної дії, так і в глобальному масштабі [3]. Важливе місце на сучасному етапі займає реєстрації електромагнітних характеристик ґрунту. Електромагнітні характеристики ґрунту об'єднують багато властивостей ґрунту, що впливають на врожайності сільськогосподарських культур. До них відносяться вміст ґрунтової вологи, гранулометричний склад ґрунту, ЄКО, засоленість, вміст обмінних катіонів кальцію (Ca) і магнію (Mg) та ін. Електромагнітні характеристики ґрунту не дозволяють безпосередньо виміряти вміст поживних речовин, але показують варіативність важливих характеристик, таких як структура ґрунту і вміст обмінних катіонів. Ця варіативність занадто важлива, щоб її ігнорувати, і повинна враховуватися при відборі проб.

Для картографування ґрунту в господарстві «Дружба-Нова» використовується позашляховик, який оснащено бортовим комп’ютером з технологією паралельного водіння, GPS-приймачем, приладом EC Veris 3100 (рис. 1) та причіпним агрегатом з дисками (з розміщеними в дисках електродами). При проведенні вимірювань, агрегат рухається по полю із зануреними в ґрунт дисками на глибину 2-5 см, одна пара ізольованих електродів вводить електричний струм у ґрунт, інші електроди вимірюють струм, що змінюється в залежності від опору ґрунту[4].

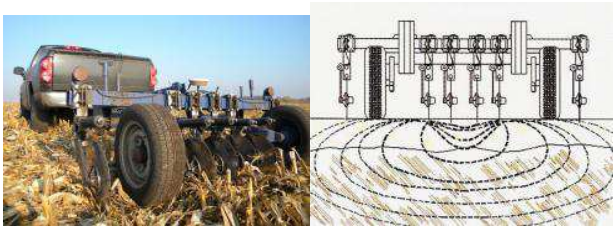

Рис. 1. Пристрій ЕС Veris 3100.

Причіпний агрегат Veris тягнеться по полю, одна пара ізольованих електродів вводить електрострум в грунт, а інша пара вимірює падіння напруги, яка буде відрізнятися - так наприклад, глина проводить струм краще, ніж мул або пісок. Заміри електропровідності поєднуються з даними GPS і наочно відображаються у вигляді карти. Veris 3100 використовує два промені електропровідності для картографування двох глибин грунтів (0-30,5 см і 0-91,5 см) одночасно.

Veris 3100 формує два набори карт - карту поверхневого шару (30,5 см) і карту захоплюючу кореневу зону (91,5 см). Карта верхнього шару часто використовується для вибору місць забору проб, а більш глибока карта - для визначення норми внесення добрив (особливо азотних). [5].

Також широкого застосування здобув безконтактний сенсор електропровідності EM-38-MK2 фірми «Geonics» (рис. 2), яка була заснована в 1962 році і виявляється світовим лідером в області проектування, виробництва та обслуговування електромагнітного (ЕМ) й геофізичного обладнання.

Рис. 2. EM-38-MK2 фірми «Geonics».

В 1980 році був створений EM-38-MK2, який забезпечує вимірювання електропровідності у вертикальній(VDP) і горизонтальній(HDP) орієнтації диполів. При максимальній ефективності приладу глибина проникання електромагнітних хвиль коливається від 0,75 до 1,5 м. Він має дві приймальні котушки, які розташовуються від передавача на відстані 1 і 0,5 м., і працюють з частотою 14600 Гц. На приладі розміщена GPS антена, яка передає сигнал на спеціальний ноутбук Allegro CX, який містить програму FarmWorks. EM-38-MK2 можна встановлювати, як стаціонарно, так і закріпивши на автомобіль, для дослідження великих територій. За допомогою цього пристрою, в польових умовах, можна з легкістю визначити: гранулометричний(механічний) склад ґрунту, вміст солей в ґрунті, запас гумусу і вологи.[6].

Дані пристрої надто вартісні та дають значну похибку при вимірюваннях, це створю умови для подальшого дослідження даних систем.

Основна частина.

Функціональна схема і склад обладнання для проведення лабораторно-польових досліджень радарним способом. Функціональна схема обладнання для вимірювання магнітних властивостей ґрунту безконтактним способом представлена на рис. 3.

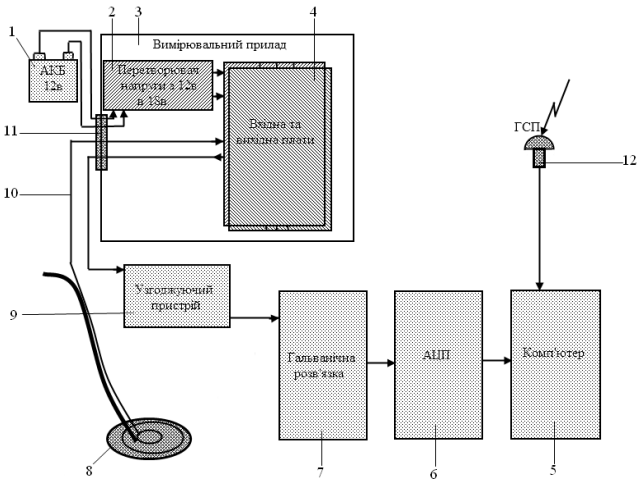

Рис. 3. Схема обладнання для вимірювання магнітних властивостей ґрунту:

1 – акумуляторна батарея; 2 – перетворювач напруги з 12 на 18 В; 3 – вимірювальний прилад; вхідна та вихідна плати; 5 – комп’ютер; 6 – аналого-цифровий перетворювач; 7 - гальванічна розв'язка; 8 – пошукова головка; 9 – узгоджуючий пристрій; 10 - екранований 4-х жильний кабель; 11 – центральне рознімання; 12 – датчик ГСП.

Спосіб базується на опроміненні ділянки поверхні ґрунту електромагнітними хвилями синусоїдальної форми низької частоти 15 кГц.

Сигнал від випромінюючої антени, яка розташована в пошуковій головці 8, отримує електричний синусоїдальний сигнал 15 кГц по кабелю 10 від генератора, розташованого на вхідній платі, опромінює ґрунт, що слугує середовищем від якого відбивається сигнал і надалі надходить до приймальної антени, яка розташована в пошуковій голівці 8.

З приймальної антени сигнал поступає по кабелю 10 до вхідної плати, де обробляється, регулюється рівень підсилення та передається на узгоджуючий пристрій 9, який служить для узгодження амплітуди сигналу з діапазоном вхідних можливостей гальванічної розв'язки 7. Далі сигнал потрапляє на аналогово-цифровий перетворювач 6, а вже з нього на комунікаційні порти комп'ютера 7.

Комп'ютер, за допомогою спеціально розробленого програмного забезпечення Агролог-2012 проводить синхронний запис сигналів датчика координат місцезнаходження системи в полі і сигналу від датчика-вимірювача аналогового типу на магнітний носій з формуванням файлу даних текстового типу з розподільником "кома" і розширенням *.csv. Масиви даних такого формату надалі можна обробляти за допомогою програмного забезпечення MS Excel.

Загальний вигляд ручного варіанту лабораторно-польової установки радарного типу представлений на рис. 4.

Рис. 4. Загальний вигляд ручного варіанту лабораторно-польової установки.

Перед проведенням лабораторно-польових досліджень розроблене обладнання проходило стендові випробування у лабораторних умовах. Лабораторні дослідження з реєстрації магнітних властивостей ґрунту проводились в лабораторіях кафедри сільськогосподарських машин і системотехніки НУБіП України.

В лабораторних умовах за допомогою розробленого приладу виконувались вимірювання електромагнітних властивостей ґрунту з проб, які відбирались по лініях проходу експериментальної установки у відповідності до складеної методики. На рис. 5 представлені осцилограми зміни рівня електропровідності по довжині гону.

Рис. 5. Осцилограма рівня ЕМ властивостей ґрунту по довжині гону.

Лабораторні дослідження з реєстрації електропровідності параметрів ґрунту проводились в лабораторіях кафедри сільськогосподарських машин і системотехніки

НУБіП України. На першому етапі досліджувався вплив форми та частоти сигналу, що випромінюється на величину прийнятого сигналу. Дослідження проводились з трьома формами сигналу – синусоїдальної, пилоподібної та прямокутної форм на частотах від 20 Гц до 16 кГц з градацією у 10 Гц в діапазоні 20-200 Гц, у 100 Гц в діапазоні 200-1000 Гц та у 500 Гц в діапазоні 1-16 кГц. Амплітуда вихідного сигналу для всіх варіантів досліду склала 23 В.

Як бачимо, найбільша віддача сигналу спостерігається на частотах 40-60 Гц та 6-9 кГц. Як показали подальші лабораторно-польові дослідження, в польових умовах на частотах близьких до 50 Гц спостерігаються значні наведення, що обумовлені промисловими лініями електромереж. В зв'язку з цим сенсорна система була налагодження на роботу на частоті 7 кГц з прямокутною формою сигналу.

Результати досліджень представлені на рис. 6.

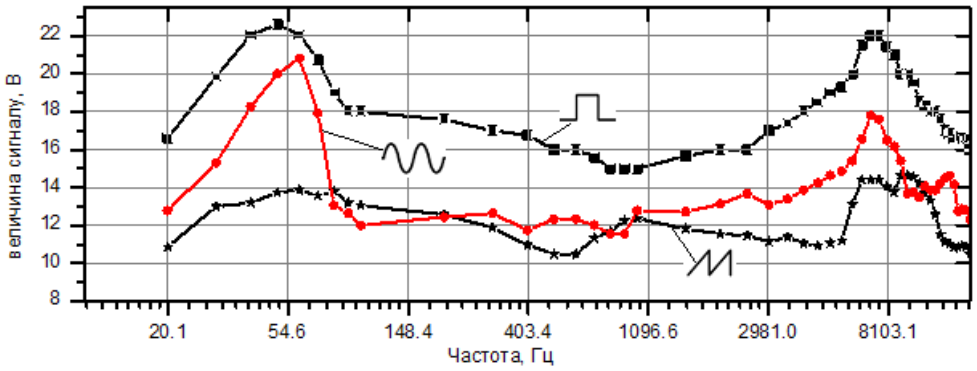

Рис. 6. Вплив синусоїдальної, пилоподібної та прямокутної форми сигналу випромінювання на рівень сигналу на приймальній антені (шкала частоти – логарифмічна).

В подальшому були проведені досліди з перевірки стабільності вихідного сигналу датчика електромагнітних властивостей при різних значеннях вологості ґрунту та щільності контакту датчика з ґрунтом в межах температурного діапазону 10-250С з градацією у 5 градусів. Дослідження проводились з підключенням до реєструючого

приладу датчиків ЕП властивостей, температури та вологості ґрунту. Попередньо були зібрані в об'ємі близько по 10 кг кожний чотири різних за типом зразків ґрунту.

Щільність контакту датчика з ґрунтом змінювалась шляхом завантаження санчат з випромінюючою та приймальною антенами вантажами від 0.5 до 1.5 кг з градацією у 0.5 кг.

Результати перевірки працездатності і надійності формування вихідного сигналу датчика ЕР властивостей ґрунту поверхнево-контактного типу наведені у таблиці 1 та на рис. 7. Частота і амплітуда сигналу на випромінюючій антені для всіх варіантів дослідів склали відповідно 7 кГц та 23 В, форма сигналу - прямокутна.

Таблиця 1 - Величина сигналу на приймальній антені сенсорної системи в залежності від типу ґрунту та його вологості і температури (маса санчат – 3,4 кг).

Тип ґрунту	Відносна вологість, %	Величина сигналу на приймальній антені, В			
		Температура, 0С			
		10	15	20	25
I	18	18.96	18.89	19.23	19.37
	24	19.16	18.96	18.68	18.75
	30	18.96	19.16	18.82	18.68
II	18	20.95	20.88	20.95	21.15
	24	21.15	20.88	20.83	21.29
	30	20.95	20.81	20.81	20.95
III	18	23.08	23.21	23.28	23.21
	24	23.15	23.15	22.87	23.28
	30	22.94	23.17	23.21	22.73
IV	18	17.17	16.9	17.24	17.31
	24	16.96	16.8	17.17	16.76
	30	17.17	16.9	17.17	17.24

Аналіз отриманих даних показує, що покажчики сенсорної системи відносно величини сигналу на приймальній антені є стабільними незалежно від температури та величини відносної вологості ґрунту і значною мірою змінюються в залежності від типу ґрунту.

Статистична обробка результатів досліджень величини сигналу на приймальній антені сенсорної системи в залежності від типу ґрунту, його вологості і температури, а також навантаження на платформу санчат показали, що при зміні вологості, температури і навантаження на платформу в межах, визначених експериментом, величини сигналу на приймальній антені сенсорної системи змінюється не більше ніж на 5 %.

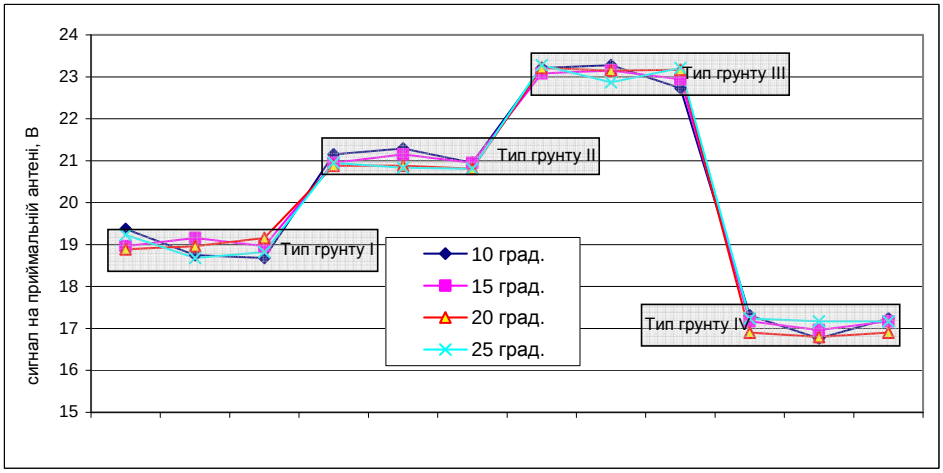

Рис. 7. Вплив типу ґрунту та його відносної вологості і температури на рівень сигналу на приймальній антені (маса санчат – 3.4 кг).

В подальшому ці експериментальні дані співставлялися з даними про рівень вологості ґрунту в кожній точці відбору зразків на лабораторний аналізу.

Лабораторно-польові дослідження проводились на полях учбово-виробничого господарства НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне).

Було обрано експериментальну ділянку площею 10.1 га. Вміст гумусу в поверхневому шарі ґрунту цієї ділянки становить від 3,8% до 4.4%, кислотність pH – 6,3-7,6. Щільність ґрунту в рівноважному стані склала 1,2 г/см3. Польова вологоємкість ґрунту в шарі 0-10 см склала 27,4%. Температура повітря на дату проведення дослідів склала +7,5oC.

При використанні ручного варіанту лабораторно-польової установки досліди проводились при дотриманні наступних умов:

- для зменшення похибок від сторонніх шумів, оператор при собі не повинен мати магнітних або металевих предметів, а також мобільного телефону;
- використовувався візуальний контроль та порівняння рівня сигналу за допомогою вимірювача;
- використовувалися “середні” налаштування рівня підсилювання та дискримінації у приладі.

Для визначення оптимальної відстані між поверхнею ґрунту та пошуковою голівкою були проведені додаткові дослідження - визначення рівня вихідного сигналу на одній ділянці при відстані між пошуковою голівкою та поверхнею ґрунту 5-10-15 см для зменшення впливу нерівностей поверхні поля та грудочок ґрунту, які показали, що при фіксованих налаштуваннях приладу стабільний сигнал досягається на відстані 7-8 см між поверхнею ґрунту та пошуковою голівкою. Саме така величина визначила висоту розташування платформи причіпних санчат і була врахована при їх виготовленні.

Висновок.

Отже, електропровідні властивості ґрунту набувають великого значення у сучасному сільському господарстві. Вони допомагають визначити багато важливих властивостей ґрунту, які впливають на урожайність сільськогосподарських культур. Завдяки створеним картам за допомогою визначення електромагнітних характеристик ґрунтового покриву можна з легкістю визначити проблемні ділянки поля,провести необхідні заходи щодо їх усунення, і цим самим підвищити врожайність сільськогосподарських культур.

Перелік літератури:

1. Hertz A. Chad and John D. Hibbard. "A Preliminary Assessment of the Economics of Variable Rate Technology for Applying Phosphorus and Potassium in Corn Production," Farm Economics iss. 14, Department of Agricultural Economics, University of Illinois, Champaign-Urbana. - 1993. - P. 218-231.
2. В.В. Медведев. Неоднородность почв и точное земледелие. Часть I. Введение в проблему. Харьков Изд. «Изд 13 типография», 2007, 296 с.
3. Иванов Ю.П., Синяков А.Н., Филатов И.В. Комплексирование информационно-измерительных устройств ЛА. 1984.-207 с.
4. http://druzhba-nova.com/ru/index.html.
5. http://kbo-agro.com.ua.
6. www.geonics.com.

Роботу виконано за підтримки гранта Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених на 2013 рік (проект GP/F49/109).

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СЕНСОРНОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

Косяк Антон Сергеевич, студент 3 курса агробиологического факультета

Научный руководитель: к.т.н. Броварець О.О.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Аннотация. Поиск эффективных сенсорных систем мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий – приоритетное направление развития современного сельскохозяйственного производства. Наибольшую эффективность мониторинга с использованием таких систем показали сенсорные системы мониторинга электропроводных свойств грунтовой среды.

Ключевые слова: точное земледелие, мониторинга, сенсорные системы.

PRISTRIY FOR SENSORY MONITORING OF THE STATE OF AGRICULTURAL LANDS

Kosik Anton Sergey, student of a 3 course of agrobiological faculty

Scientific leader: PhD. Brovarets O.O.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

Annotation. Search of the effective sensory systems of monitoring of the state of agricultural lands – priority direction of development of modern agricultural production. Most efficiency of monitoring with the use of such systems was shown by the sensory systems of monitoring of electroprovidnih properties of the ground environment.

Keywords: exact agriculture, monitoring, sensory systems.

Роботу виконано за підтримки гранта Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених на 2013 рік (проект GP/F49/109).