

*Секція 1. Економіка, фінанси, страхування і банківська справа: інноваційно-інвестиційні стратегії*

**Броварець Олександр Олександрович**

*кандидат технічних наук, доцент,*

*завідувач кафедри інформаційно-технічних та природничих дисциплін*

*Київський кооперативний інститут бізнесу і права*

*м. Київ, Україна*

**ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНІЧНА СИСТЕМА ЛОКАЛЬНОГО  
ОПЕРАТИВНОГО МОНІТОРИНГУ АГРОБІОЛОГІЧНОГО СТАНУ  
ГРУНТОВОГО СЕРЕДОВИЩА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ  
УГІДЬ КОНСТРУКЦІЇ ОЛЕКСАНДРА БРОВАРЦЯ**

Сучасне землеробство передбачає виконання певної технологічної операції, згідно відповідної картограми-завдання, яка розробляється попередньо на основі різнопланової інформації. Знання певної структура варіабельності ґрунтового покриву, отриманих з використанням інформаційно-технічних систем локального оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь, дозволяє прийняти ефективні оперативні рішення для ефективного управління агробіологічним потенціалом сільськогосподарських угідь.

Очевидно, що за таких умов виникає необхідність у принципово нових підходах до ведення агропромислового виробництва, що полягає у забезпеченні належної якості виконання технологічних операцій. Якість виконання технологічних операцій є інтегральним показником ефективності виробництва сільськогосподарської продукції в межах агробіологічного поля. Необхідна якість виконання основних технологічних процесів у рослинництві забезпечується за рахунок інтегрованих інформаційно-технічних систем оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь.

У зв'язку, з цим ставиться завдання використання принципово нового класу інформаційно-технічних систем локального оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь.

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.

Сучасне сільськогосподарське виробництво передбачає широке використання автоматизованих систем для моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь.

Один з головних підходів при застосуванні технологій точного землеробства - оптимізувати урожайність і забезпечити екологічну якість сільськогосподарської продукції із врахуванням зон управління сільськогосподарським полем. У цьому аспекті важливу роль відіграє визначення ґрунтової електричної провідності для визначення величини прибутку на основі даних просторової мінливості та вмісту поживних речовин у ґрунті. Знання певної структура варіабельності ґрунтового покриву дозволяє прийняти ефективні рішення для управління агробіологічним потенціалом сільськогосподарських угідь.

Втілення сучасних технологій землеробства дозволяє планувати витрати насіннєвого матеріалу, добрив, пестицидів та інших технологічних матеріалів, у тому числі палива, визначати загальну стратегію управління агробіологічним потенціалом поля тощо. Проте, на сьогодні при реалізації даних технологій бракує ефективних систем збору та реєстрації (моніторингу) місцевизначеної інформації (агробіологічної та фітосанітарної) про стан сільськогосподарських угідь у технологіях точного

землеробства. Існуючі способи і засоби реалізації цього процесу недосконалі.

У цьому сенсі набуває актуальності розробка та використання принципово нового класу сільськогосподарських машин – інформаційно-технічних систем локального оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь.

У зв'язку із цим важливим завданням є розробка і обґрунтування функціональної структури, програмного забезпечення, написання програмного коду та алгоритмів керування виконавчими робочими органами інформаційно-технічної системи оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь.

**Метою даного дослідження** є розробка і обґрунтування функціональної структури, програмного забезпечення, написання програмного коду та алгоритмів керування виконавчими робочими органами інформаційно-технічної системи оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Структура ґрунту змінюється в значних межах на багатьох сільськогосподарських полях. Фізичні властивості ґрунту, як наприклад ґрунтова структура, мають прямий ефект на водомісткість, ємність катіонного обміну, урожайність тощо. Поживні речовини, що містяться у ґрунтах, використовуються рослиною і їх вміст у ґрунті зменшуються. Загальноприйнятою характеристикою вмісту поживних речовин у ґрунтів є вміст азоту, наявність якого у ґрунті значною мірою визначає урожайність. Картографія ґрунтової електричної провідності, широко використовується як ефективний засіб відображення ґрунтової структури і інших ґрунтових властивостей (рис. 1).

Швидкий опис мінливості сільськогосподарських угідь - важливий компонент для зональних методів управління.

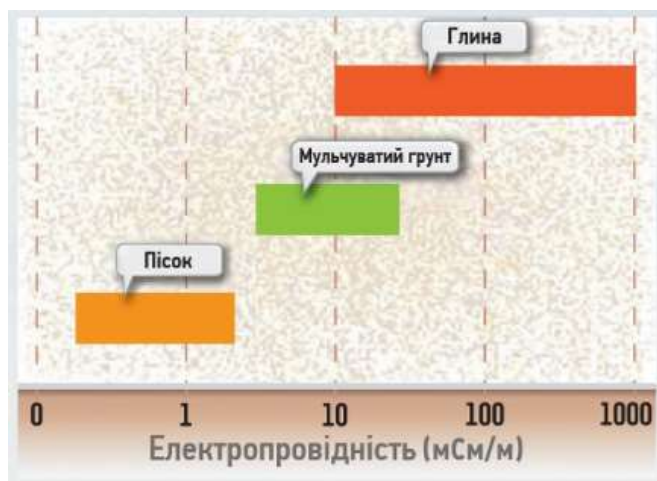


Рис. 1. Електропровідність ґрунту

**Карти ґрунтової електропровідності дають можливість отримати картограми:**

- Змінних норм внесення технологічного матеріалу (насіння і мінеральних добрив) на основі очікуваної врожайності по кожній окремій ділянці, розраховані виходячи з величини електропровідності.
- Змінні норми внесення насіння на основі даних про глибину верхнього (орного) шару ґрунту.
- Змінні норми внесення в ґрунт гербіцидів на основі даних про органічні речовини, структуру ґрунту і електропровідності.
- Змінні норми внесення вапна на основі даних про агробіологічний стан ґрунтового середовища відповідно до рівнів електропровідності.

**Виклад основного змісту дослідження. Вимірювання електропровідних властивостей ґрунтового середовища.**

Електропровідність (soil conductivity) - це властивість матеріалу передавати (проводити) електричний струм, вимірювана в сименсах на метр (См/м) або в миллісименсах на метр (мСм/м). Електропровідність ґрунту може виражатися також в децисименсах (дСм/м). Мілісіменс на метр (мСм/м) - це стандартна одиниця вимірювання величини електропровідності ґрунту. У сименсах вимірюють електропровідність матеріалів. Перевага стандартної

одиниці вимірювання в тому, що вона дає точні кількісні дані. Візуальна оцінка ґрунту дозволяє легко виявити колірні відмінності, але не дає кількісного значення і пояснення суті колірних відмінностей. Карти електропровідності ґрунту показують значення в мСм/м, що дозволяє дізнаватися і однаковим чином обробляти ділянки з схожими показниками електропровідності. Як показали численні лабораторно-польові дослідження існує кореляційна залежність між параметрами електропровідності та вмістом поживних речовин у ґрунті при певних значеннях його вологості та твердості обумовленого гранулометричним складом ґрунту.

**Сфера використання.** Інформаційно-технічна система локального оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь конструкції Олександра Броварця - пристрій для визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища конструкції Олександра Броварця може працювати з ручними пристроями, розміщуватися на транспортних засобах високої прохідності, розміщуватися на сільськогосподарських та енергетичних засобах, які виконують технологічну операцію, що дозволяє отримувати оперативні дані про агробіологічний стан ґрунтового середовища та приймати оперативні рішення щодо керування нормою внесення технологічного матеріалу (насіння, мінеральних добрив тощо).

Всі раніше декларовані елементи таких технологій точного (керованого) землеробства (лабораторний аналіз (одна проба на 5-10 га), урожайність) не давали можливості забезпечити такий точний підхід. Ця система дає можливість отримати достовірну інформацію про агробіологічний стан ґрунтового середовища із кожного квадратного метра сільськогосподарського поля (табл. 1).

Таблиця 1

**Методи моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища  
сільськогосподарських угідь**

№ п/п	Метод моніторингу стану агробіологічного стану	Щільність відбору проб ґрунту на 100 га	Розмір ділянки з якої проводиться забір, м <sup>2</sup>	Вартість однієї проби (знімку), \$, ум. од.	Вартість проби (знімку) на 100 га, \$, ум. од.
1	<i>Лабораторний метод</i>	10-15	10 000*1000	1-10	100-1000
2	<i>Супутниковий моніторинг</i>	1 знімок роздільною здатністю до 10 м	100*100	10-100	100-1000
3	<i>Інформаційно-технічна система локального оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь конструкції Олександра Броварця</i>	1000	10*10	0,1	100
4	<i>Інформаційно-технічна система локального оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь конструкції Олександра Броварця</i>	10000	1*1	0,1	1000

Такої точності до сих пір не мають жодні представлені на ринку технології починаючи від лабораторного обстеження (одна проба на 5-10 га) і закінчуючи супутниковим моніторингом (точність до 10 м<sup>2</sup>). Крім того необхідно враховувати вартість даних технологій, оскільки собівартість однієї проби коливається в межах 1-10 \$, супутникового моніторингу – від 20 \$, у той час коли вартість такої проби з використання запропонованої конструкції технічної системи оперативного моніторингу складає менше 0,1 \$ за м<sup>2</sup> (табл. 1).

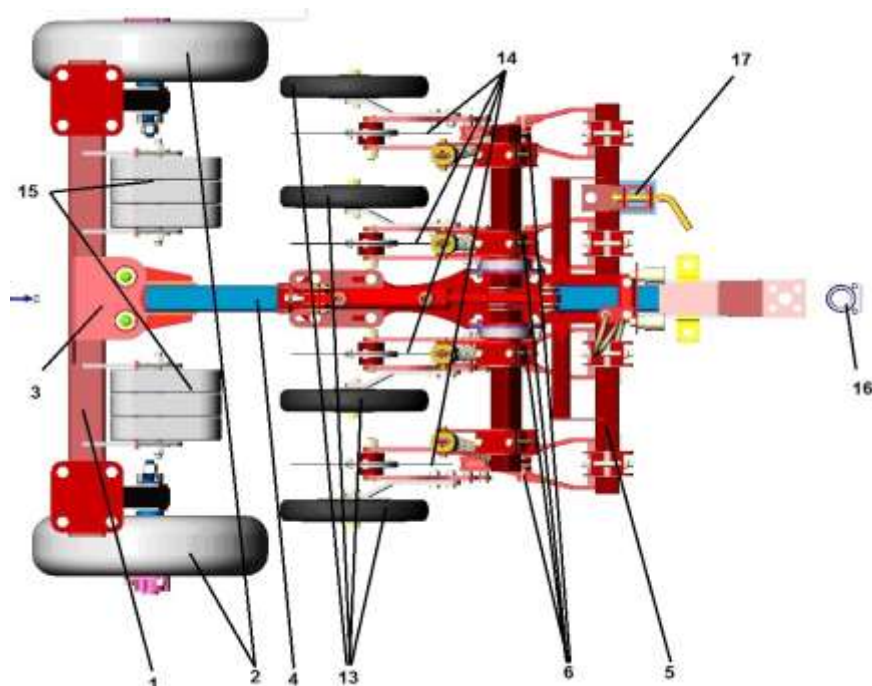
**Загальна характеристика інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь конструкції Олександра Броварця:**

- **Габаритні розміри:**
  - ширина: 1366 мм;
  - довжина: 1784 мм;
  - висота: 1147 мм.
- **Мінімально потрібна потужність енергетичного засобу:** 30 л.с. (вимоги можуть змінюватися залежно від швидкості, рельєфу місцевості та ґрунту).
- **Діаметр робочих дисків-електродів:** від 100 до 500 мм (залежно від глибини моніторингу ґрунтового середовища), оптимальний робочий розмір 350 мм, товщина 2,5 мм з конічними роликівими підшипниками і чавунними концентраторами.
- **Максимальна швидкість руху по шосе:** до 100 км/год ( до 62 миль/год);
- **Максимальна швидкість руху при виконанні технологічної операції:** до 30 км/год ( до 18 миль/год ).
- **Розмір коліс:** P205 R75.
- **Обладнаний засобами сигналізації при русі по дорогам загального користування:** катафотами стоянковими вогнями, поворотами.

**Маса:** 420 кг.

Пристрій для визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища конструкції Олександра Броварця використовують: перед виконанням технологічної операції, одночасно з виконанням технологічної операції (сівба, внесення мінеральних добрив тощо); протягом вегетації та після збирання врожаю. Це відкриває нові перспективи до ведення

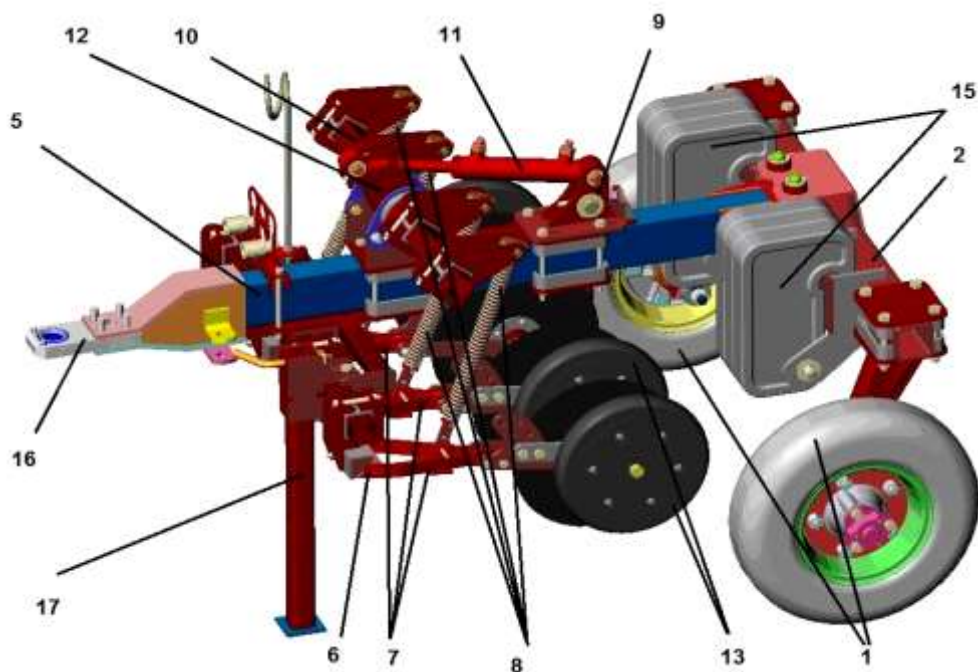
органічного землеробства з використанням таких «розумних» сільськогосподарських машин.



**Рис. 2. Загальний вигляд інформаційно-технічної системи оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь конструкції Олександра Броварця (вид зверху)**

На рис. 2 – зображено загальний вигляд інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу агробіологічного стану сільськогосподарських угідь конструкції Олександра Броварця (вид зверху), рис. 3 – зображено загальний вигляд технічної системи оперативного моніторингу стану ґрунтового середовища конструкції Олександра Броварця (вид збоку).





**Рис. 3. Загальний вигляд інформаційно-технічної системи оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь конструкції Олександра Броварця (вид збоку)**

Інформаційно-технічна система локального оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь конструкції Олександра Броварця складається (рис. 3) з опорних коліс 1, П-подібної рами 2, кріплення 3, повздовжньої рами 4, поперечної рами 5, шарнірів 6, важелів 7, стояків-пружин 8, кронштейну 9, обертового валу 10, гідроциліндру 11, кронштейну кріплення 12, копіювальних коліс 13, робочих електродів 14, баласту 15, фаркопу 16 та підставка 17.

Інформаційно-технічна система локального оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь конструкції Олександра Броварця працює наступним чином: переміщення технічної системи оперативного моніторингу стану сільськогосподарських угідь конструкції Олександра Броварця відбувається з використанням транспортного засобу за допомогою опорних коліс 1, на яких розміщується П-подібна рама 2 до якої за допомогою кріплення 3, приєднується повздовжня рама 4. До повздовжньої рами 4 відбувається приєднання

поперечної рами 5 до якої через шарніри 6, важелі 7 та стояки-пружини 8 кріпляться підважені копіювальні колеса 13 з робочими електродами 14. Регулювання глибини ходу робочих електродів 14 відбувається за допомогою копіювальних коліс 13, а за допомогою стояків-пружини 8, які прикріплені до обертового валу 10, гідроциліндру 11, кронштейну кріплення 12, відбувається притискання робочих електродів до поверхні поля та їх копіювання нерівностей. Реалізація механізму піднімання/опускання робочих електродів 14 відбувається з використанням кронштейну 9, до якого приєднано гідроциліндр 11, який обертає вал 10 через кронштейн кріплення 12.

Таке технологічне рішення дасть можливість забезпечити оптимальне керування нормою висіву технологічного матеріалу (насіння, добрива тощо) із врахуванням агробіологічного стану ґрунтового середовища.

Інформаційно-технічна система локального оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь конструкції Олександра Броварця рухаючись по поверхні поля за допомогою робочих електродів 14 забезпечує отримання оперативної інформації про агробіологічний стану ґрунтового середовища та реалізацію згідно алгоритму норм у внесення технологічного матеріалу.

**Режими роботи пристрою для визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища конструкції Олександра Броварця:**

- ручні переносні пристрої для визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища;
- рухомі транспортні засоби з робочими електродами для визначення електропровідності ґрунтового середовища агреговані з транспортними засобами підвищеної прохідності;
- рухомі транспортні засоби з робочими електродами для визначення електропровідності ґрунтового середовища агреговані з

транспортними засобами, які виконують технологічну операцію (сівба, внесення добрив тощо).

**Висновок.** У дослідженні наведено функціональну структуру, програмне забезпечення, програмний код та алгоритми керування виконавчими робочими органами інформаційно-технічної системи локального оперативного моніторингу агробіологічного стану ґрунтового середовища сільськогосподарських угідь конструкції Олександра Броварця. Результатом використання такої системи для визначення електропровідних властивостей ґрунтового середовища конструкції Олександра Броварця є отримання підвищення прибутку на 20-30% за рахунок оптимізації норми висіву технологічного матеріалу із врахуванням агробіологічного стану сільськогосподарських угідь.